

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
AGRICULTURA E AMBIENTE**

**MODELOS BIOMÉTRICOS APLICADOS AO
MELHORAMENTO GENÉTICO DE TRIGO DUPLO
PROPÓSITO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ivan Ricardo Carvalho

**Frederico Westphalen - RS, Brasil
2015**

MODELOS BIOMÉTRICOS APLICADOS AO MELHORAMENTO GENÉTICO DE TRIGO DUPLO PROPÓSITO

Ivan Ricardo Carvalho

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, área de concentração: Ambiente na Produção Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Velci Queiróz de Souza

**Frederico Westphalen, RS, Brasil
2015**

Carvalho, Ivan Ricardo, 1990 –

Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético de Trigo
Duplo Propósito /

Ivan Ricardo Carvalho – 2015.

75.f.; 30cm

Orientador: Velci Queiróz de Souza

Coorientadores: Denise Schmidt, Maicon Nardino, Valmor Antonio
Konflanz.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria
Campus Frederico Westphalen, Programa de Pós Graduação em
Agronomia: Agricultura e Ambiente, RS, 2015.

1. Melhoramento Genético
 2. *Triticum aestivum* L.
 3. Biometria I.
- Souza, Velci Queiróz de II. Schmidt, Denise III. Nardino, Maicon IV.
Konflanz, Valmor Antonio V. Modelos Biométricos Aplicados ao
Melhoramento Genético de Trigo Duplo Propósito.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Ivan Ricardo Carvalho. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte “o autor”.

Endereço eletrônico: carvalho.irc@gmail.com.

**Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós Graduação em Agronomia
Agricultura e Ambiente**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**MODELOS BIOMÉTRICOS APLICADOS AO MELHORAMENTO
GENÉTICO DE TRIGO DUPLO PROPÓSITO**

elaborado por
Ivan Ricardo Carvalho

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

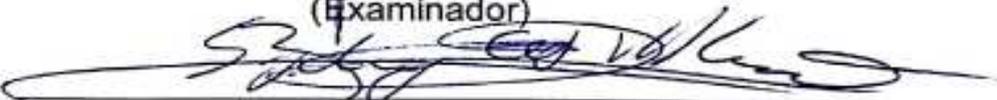
COMISSÃO EXAMINADORA



Velci Queiróz de Souza, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Luciano Carlos da Maia Dr.(UFPel)
(Examinador)



Sydney Antonio Frehner Kavalco Dr.(EPAGRI)
(Examinador)

Frederico Westphalen, 09 de março de 2015.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rosalvo Toledo de Carvalho e Izaura Reolon de Carvalho
pelo amor, confiança, e todos os ensinamentos passados a mim...

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida repleta de saúde e paz.

Ao meu orientador Dr. Velci Queiróz de Souza pelo direcionamento e inspiração ética, moral e acadêmica, sendo grato por todos os ensinamentos e lições de vida. E meus sentimentos não são apenas de um orientado, mas de um amigo fiel.

Aos meus pais Rosalvo Toledo de Carvalho e Izaura Reolon de Carvalho, pelo amor, confiança, conselhos e ensinamentos, tendo a convicção que as minhas conquistas são o reflexo do amor de vocês.

Ao meu irmão Igor Ramon Carvalho, por muitas vezes acompanhar minhas atividades e compartilhar muitos dos meus sonhos.

Aos meus colegas e irmãos melhoristas Maicon Nardino, Diego Nicolau Follmann, Diego Baretta e Gustavo Henrique Demari, pela amizade firmada nos momentos mais difíceis, e que nosso companheirismo aumente ano após ano.

Aos estagiários do Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas, por todos esses anos de trabalho dedicados à pesquisa.

A todos os meus amigos, espalhados por muitas regiões desse imenso Brasil, que colaboraram de certo modo para a realização deste trabalho.

Aos Zootecnistas Rafael Lazzari e Juliano Uczay pelo auxílio nas análises bromatológicas.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Trigo, e à Fundação Pró-Sementes pela doação das sementes utilizadas no projeto.

À Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen pela estrutura disponível e o ensino de qualidade.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia-Agricultura e Ambiente pela oportunidade de cursar mestrado.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos, oportunizando a realização dos trabalhos.

A todos que contribuíram com meu crescimento pessoal e acadêmico, deixo meus sinceros agradecimentos, estando de coração aberto e braços estendidos àqueles que necessitarem ajuda durante sua caminhada.

“O homem é igual ao cavalo, quando
é bom já nasce pronto.
Mas a vida é que dá o pealo para
deixar de ser potro.
O cavalo se ajeita no freio, e o
homem na luta em que passa.
Um se conhece em rodeio, e o outro
na causa em que abraça.”

Mano Lima

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente
Universidade Federal de Santa Maria

MODELOS BIOMÉTRICOS APLICADOS AO MELHORAMENTO GENÉTICO DE TRIGO DUPLO PROPÓSITO

AUTOR: IVAN RICARDO CARVALHO
ORIENTADOR: VELCI QUEIRÓZ DE SOUZA
DATA E LOCAL DA DEFESA: Frederico Westphalen, RS 09 de março de 2015.

O trigo duplo propósito apresenta capacidade de produzir forragem e grãos, através da expressão de caracteres morfológicos, bromatológicos e componentes do rendimento. Desta maneira, o objetivo geral foi identificar modelos biométricos que permitam compreender as inter-relações entre caracteres, e direcionar a seleção indireta no melhoramento genético de trigo duplo propósito. Os objetivos específicos deste trabalho foram: determinar as correlações canônicas entre grupos de caracteres morfológicos e do rendimento de grãos, e identificar o sentido e a magnitude das relações; e identificar as associações fenotípicas de causa e efeito entre caracteres forrageiros e bromatológicos em genótipos de trigo duplo propósito submetidos a diferentes manejos de corte. Os experimentos foram realizados nas safras agrícolas 2013 e 2014 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen – RS. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em três repetições, o primeiro experimento foi organizado em fatorial: Cinco genótipos (BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu e BRS 277) x Quatro manejos de corte (sem corte, um corte, dois cortes e três cortes). O segundo experimento foi organizado em fatorial: Cinco genótipos (BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu e BRS 277) x Três manejos de corte (primeiro corte, segundo corte e terceiro corte). Os caracteres avaliados foram: número de filhinhos por planta (AF), diâmetro do colmo dos filhinhos (DAF), diâmetro do colmo principal (DCP), número de filhinhos férteis (AFF), número de espigas por metro quadrado (ESPM), número de grãos por espiga (NGE), massa de grãos por espiga (MGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG), peso hectolitro (PH), massa verde por hectare (MV), massa seca por hectare (MS), percentual de hemicelulose (HEM), celulose (CEL), material mineral (MM), fibras em detergente neutro (FDN), fibras em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF), proteína bruta (PTN), e lipídios (LIP). Os grupos de caracteres morfológicos e de rendimento de grãos em trigo duplo propósito revelam relações altamente significativas. No manejo sem cortes e com um corte, associações são estabelecidas similarmente para ambos os grupos, através do aumento do DCP, sendo determinante ao acréscimo de ESPM, NGE e MGE, MMG, PH e RG. Com dois cortes as associações são estabelecidas através do DAF, que influencia o aumento da MMG, PH e RG. Com três cortes evidencia-se que o aumento do AF incrementam ESPM, NGE e MGE, MMG, PH e RG. A seleção indireta visando incrementar PTN no primeiro corte pode ser baseada nos CT, CNF e MV. O segundo corte proporciona a seleção indireta com a LIG, CNF, MV e MS. O incremento de PTN no terceiro corte poderá ser obtido através da seleção indireta com FDA, CEL, LIG, MM, MV e MS. A seleção indireta através dos caracteres forrageiros e bromatológicos pode ser realizada com sucesso, desde que se considere o efeito atribuído a cada manejo de corte.

Palavras chave: *Triticum aestivum* L., Seleção indireta, Correlações canônicas, Análise de trilha, Efeitos diretos e indiretos.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post Graduate Program in Agronomy – Agriculture and Environment
Federal University of Santa Maria

BIOMETRIC MODELS APPLIED TO BREEDING OF DUAL PURPOSE WHEAT

AUTHOR: IVAN RICARDO CARVALHO
ADVISOR: VELCI QUEIRÓZ DE SOUZA
Frederico Westphalen, RS, march 09, 2015.

The dual purpose wheat has the capacity to produce forage and grain, through the expression of morphological and bromatologic traits and yield components. Thus, the overall goal was to identify biometric models to understand the interrelationships between traits, direct and indirect selection in breeding wheat for dual purposes. The specific objectives of this study were to determine the canonical correlations between groups of morphological traits and grain yield, and identify the direction and the magnitude of the relationship; and identify the phenotypic relationships of cause and effect bromatologic between forage characters in wheat genotypes under different dual purpose cutting managements. The experiments were conducted in the growing seasons 2013 and 2014 in the experimental area of the Federal University of Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen - RS. A randomized complete block design was used in three trials, the first experiment was arranged in a factorial: five genotypes (BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu and BRS 277) x four cutting managements (uncut, a cut, two cuts and three cuts). The second experiment was arranged in a factorial: Five genotypes (BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu and BRS 277) x Three cutting managements (first cut, second cut and third cut). The traits evaluated were: number of tillers per plant (AF), stem diameter of tillers (DAF), diameter of the main stem (DCP), number of fertile tillers (AFF), number of ears per square meter (ESPM), number of grains per ear (NGE), grain weight per ear (MGE), thousand grain weight (MMG), grain yield (RG), weight hectolitre (PH), green matter per hectare (MV), dry matter per hectare (MS), percentage of hemicellulose (HEM), cellulose (CEL), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), lignin (LIG), total carbohydrates (CT), carbohydrates no fiber carbohydrates (CNF), crude protein (PTN), and lipids (LIP). Groups of morphological traits and grain yield in wheat dual purpose reveal highly significant relationships. In the management at uncut and one cut wheat, associations are similarly established for both groups, by increasing the DCP, and determining the ESPM the increase, NGE and MGE, MMG, PH and RG. With two cuts the associations are established through the DAF, which influences an increase in MMG, PH and RG. Three cuts showed that the increase in AF increment the ESPM, NGE and MGE, MMG, PH and RG. The indirect selection aimed at increasing the PTN in the first cut can be based on CT, CNF and MV. The second cut provides indirect selection with LIG, CNF, MV and MS. The increase of PTN in the third cut can be obtained by indirect selection to the FDA, CEL, LIG, MM, MV and MS. Indirect selection through forage characters and bromatologic can be successful, since it considers the effect assigned to each cutting management.

Key words: *Triticum aestivum* L., Indirect selection, Canonical correlations, Path analysis, Direct and indirect effects.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito com manejo sem cortes, Frederico Westphalen – RS, 2015.....37
- Tabela 2 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito submetido a um corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.....41
- Tabela 3 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito submetido a dois cortes, Frederico Westphalen – RS, 2015.....43
- Tabela 4 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito submetido a três cortes, Frederico Westphalen – RS, 2015.....45
- Tabela 5 - Estimativa da correlação linear de Pearson para 12 caracteres forrageiros e bromatológicos em cinco genótipos de trigo duplo propósito, Frederico Westphalen – RS, 2015.....57
- Tabela 6 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos fenotípicos em onze caracteres forrageiros e bromatológicos sobre o percentual de proteína bruta (PTN), oriundos de cinco genótipos de trigo com duplo propósito, submetidos ao primeiro corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.....59
- Tabela 7 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos fenotípicos em onze caracteres forrageiros e bromatológicos sobre o percentual de proteína bruta (PTN), oriundos de cinco genótipos de trigo com duplo propósito, submetidos ao segundo corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.....63
- Tabela 8 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos fenotípicos em onze caracteres forrageiros e bromatológicos sobre o percentual de proteína bruta (PTN), oriundos de cinco genótipos de trigo com duplo propósito, submetidos ao terceiro corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.....66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.2 Objetivo geral	15
1.2.1 Objetivos específicos.....	15
CAPÍTULO I	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 Origem do trigo	16
2.1.1. Descrição botânica do trigo	17
2.1.2. Características morfológicas do trigo	17
2.2. O Trigo duplo propósito	19
2.2.1 Obtenção de genótipos.	21
2.3 Correlações canônicas	23
2.4 Análise de trilha	24
2.5 Referências bibliográficas	25
CAPÍTULO II	32
3 CORRELAÇÕES CANÔNICAS ENTRE CARACTERES MORFOLÓGICOS E COMPONENTES DO RENDIMENTO EM TRIGO DUPLO PROPÓSITO	32
3.1 Introdução	33
3.2 Material e métodos	34
3.3 Resultados e discussões	36
3.4 Conclusão	47
3.5 Referências bibliográficas	47
CAPÍTULO III	51
4 ASSOCIAÇÕES FENOTÍPICAS PARA CARACTERES FORRAGEIROS E BROMATOLÓGICOS EM TRIGO DUPLO PROPÓSITO	51
4.1 Introdução	52
4.2 Material e métodos	53
4.3 Resultados e discussões	56
4.4 Conclusão	69
4.5 Referências bibliográficas	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

O trigo (*Triticum aestivum* L.) apresenta-se como um cereal importante ao âmbito agrícola, social e econômico, e revela produção média mundial ao redor de 650,0 mil toneladas para as safras de 2012, 2013 e 2014, estando atrás apenas do milho (USDA, 2015). Países como a Argentina, Austrália, Canadá e Estados Unidos são os principais produtores e exportadores de trigo, em contrapartida, o Brasil evidencia-se como o terceiro maior importador deste cereal no mundo. As condições edafoclimáticas permitem ao trigo ser cultivado nos mais variados ambientes e níveis tecnológicos, desta forma, a Região Sul é líder em produção, sendo o estado do Paraná o maior produtor brasileiro (CONAB, 2013).

A cadeia produtiva deste cereal é essencial, através da produção de grãos fornece matéria-prima base para elaborar produtos alimentícios a humanos e animais (MITTELMANN et al., 2000). Na alimentação animal o trigo caracteriza-se como alternativa viável em substituição ao milho, pois revela grande disponibilidade de matéria-prima, baixo custo agregado e elevado valor nutricional. Desta maneira, pode ser direcionado para elaborar rações e farelos destinados a bovinos, suínos, ovinos e aves (MARQUES et al., 2007). Estes múltiplos usos são justificáveis através da constituição nutricional de seus grãos, onde apresentam 87,77% de matéria seca, 54,93% de amido, 11,49% de proteína bruta, 2,37% de fibra bruta, 1,68% de gordura, 1,59% de material mineral e 3819 Kcal Kg⁻¹ de energia (ROSAGNO et al., 2011).

Em contrapartida, o avanço das pesquisas em melhoramento genético e no manejo da cultura permitiu obter genótipos de trigo com dupla aptidão, onde não somente a produção de grãos é objetivada, mas também a capacidade de fornecer forragem aos animais (BARTMEYER et al., 2011). Ao utilizar genótipos com duplo propósito, benefícios diretos e indiretos são obtidos, tais como, a diversificação da propriedade rural, melhor aproveitamento do espaço físico, redução dos períodos com vazio forrageiro e carência alimentar, integração lavoura-pecuária, e exploração racional da propriedade (BORTOLINI et al., 2004).

Para a obtenção de genótipos que atendam as finalidades de duplo propósito, os melhoristas baseiam-se na construção de um ideótipo de planta, que apresente rápido estabelecimento, potencial de afilhamento, elevada produção de massa seca

por unidade de área, tolerância ao pastejo e pisoteio, capacidade de rebrote, período vegetativo longo e fase reprodutiva curta, elevada qualidade bromatológica da forragem, e adequado rendimento de grãos (MARTIN et al., 2010). Desta forma, o trigo com duplo propósito pode ser utilizado para o pastejo direto da forragem, produção de silagem, feno, pré-secado, e os grãos destinados a produção de energia aos animais, cobertura vegetal, e adubação verde (FONTANELLI et al., 2009).

Atualmente no Brasil, a maior utilização de genótipos de trigo com duplo propósito está concentrada na Região Sul, em contrapartida, à grande área cultivada revela muitas microregiões produtoras com características edafoclimáticas específicas (FONTANELLI, 2007). Com isso, poucos genótipos são indicados a dupla aptidão, sendo crescente a necessidade de atender as carências dos produtores quanto à disponibilidade de novos genótipos. A complexidade das características reveladas em um genótipo com dupla aptidão culmina em dificuldades ao melhorista, onde uma fração é atribuída à necessidade do genótipo expressar superioridade para os caracteres morfológicos, bromatológicos e componentes do rendimento de grãos, e que estes venham a suprir energeticamente os animais (MARTIN et al., 2013).

Hoje, muitas são as dúvidas quanto à magnitude e sentido das associações entre estes caracteres, pois a compreensão destas inter-relações proporciona nortear a estratégia de seleção adequada, segundo Coimbra et al. (2000) compreender a associação entre caracteres é fundamental ao melhorista, pois um caráter pode ser responsável pela expressão de outro. Em contrapartida, maior sucesso é conferido ao programa de melhoramento genético, incrementando as chances de reunir em um genótipo todas as características desejáveis, e que estes venham a atender as necessidades dos produtores nas mais variadas condições de cultivo.

As dificuldades enfrentadas na seleção de indivíduos superiores forçam o melhorista a adotar alternativas diferenciadas e eficientes, segundo Carvalho et al. (2002) a seleção é dificultada principalmente devido as ações decorrentes da interação genótipo x ambiente (G x A), pois quando o caráter de interesse é de difícil mensuração, e não é viável aplicar a seleção direta, determinam-se quais caracteres estão associados á expressão deste caráter. Desta maneira, emprega-se a seleção indireta em caracteres secundários visando ganhos genéticos ao caráter principal.

Estudos revelam que às oscilações na resposta do genótipo frente aos diferentes ambientes, fazem com que a seleção indireta deva ser muito bem planejada (CRUZ e REGAZZI, 1997). A seleção indireta pode ser baseada em um caráter de fácil mensuração, alta herdabilidade, e que esteja associado a um caráter de baixa herdabilidade e altamente influenciável pelo ambiente (HARTWIG et al., 2007).

Para melhor compreender as associações entre caracteres e direcionar a seleção, modelos biométricos podem ser aplicados ao melhoramento genético e resultar em benefícios, desta forma, as correlações canônicas permitem estabelecer inter-relações entre grupos de caracteres envolvidos na seleção (TAVARES et al., 1999). Segundo Cruz e Regazzi et al. (1997) a utilização desta análise permite ao melhorista compreender o desempenho de mais de um caráter dependente. Estudos de Coimbra et al. (2000) revelam a grande contribuição deste método na seleção de indivíduos superiores. Em contrapartida, a análise de trilha ou *path analysis* desenvolvida por Wright (1921) permite desdobrar as correlações totais em efeitos diretos e indiretos, compreendendo as associações dos caracteres explicativos ao caráter principal, e possibilita revelar a magnitude e sentidos das associações. Estudos de Kurek et al. (2001) evidenciam que esta ferramenta proporciona ganhos ao melhoramento vegetal, sendo promissora para determinar a estratégia de seleção, reduzir o tempo na seleções de genótipos, espaço físico e recursos financeiros do programa de melhoramento.

1.2 Objetivo geral

Identificar modelos biométricos que permitam compreender as inter-relações entre caracteres, e direcionar a seleção indireta no melhoramento genético de trigo duplo propósito.

1.2.1 Objetivos específicos

Determinar as correlações canônicas entre grupos de caracteres morfológicos e do rendimento de grãos, e identificar o sentido e a magnitude das relações.

Revelar as associações fenotípicas de causa e efeito entre caracteres forrageiros e bromatológicos, em genótipos de trigo duplo propósito submetidos a diferentes manejos de corte.

CAPÍTULO I

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Origem do trigo

Relatos arqueológicos evidenciam que os primeiros cultivos de trigo datam 6.700 anos a.C. no Oriente Médio, antiga região da Mesopotâmia compreendendo as proximidades dos rios Tigre e Eufrates, hoje território do Iraque (TOMASINI e AMBROSI, 1998). O trigo apresenta-se como uma das culturas pioneiras quanto à domesticação, foi base para a alimentação de civilizações asiáticas, européias e africanas, a importância no âmbito alimentício proporcionou a este cereal espalhar-se por vários territórios agrícolas do mundo (VESOHOSKI et al., 2011).

O gênero *Triticum* apresenta sete cromossomos em seu genoma base, as espécies mais conhecidas compreendem trigos diplóides, tetraplóides e hexaplóides, sendo estes *Triticum monococum* L. ($2n=2x=14$), *Triticum turgidum* L. ($2n=4x=28$), e *Triticum aestivum* L. ($2n=6x=42$) respectivamente, (GILL et al., 1991). Desta maneira, o trigo comum (*Triticum aestivum* L.) evidencia-se como um conjunto de três genomas diplóides completos, caracterizando um alopoliplóide (AABBDD), onde cada genoma é oriundo de uma espécie, sendo, *Triticum urartu* (AA), *Aegilops speltoides* (BB), e *Aegilops tauschii* (DD) (BRENCHLEY et al., 2012).

Por tratar-se de um alopoliplóide, o trigo revela herança polissômica para suas características, desta forma, um gene presente em um dos genomas, pode estar contido nos demais (MORAES FERNANDES, 1982). Estudos revelam que a capacidade de adaptação do trigo em diferentes condições de ambiente, é justificável através da complexidade de seu genoma (WALTER et al., 2009). Este fato acarreta em peculiaridades quanto ao padrão de segregação e a incorporação de genes, sendo que o melhoramento genético visa à obtenção de genótipos adequados agronomicamente, e que venham a incrementar características benéficas a condições de estresses bióticos e abióticos, melhor resposta à interação

genótipo x ambiente, e proporcionar o aumento de produtividade da cultura (FEDERIZZI et al., 1999).

2.1.1. Descrição botânica do trigo

O trigo comum é caracterizado como uma gramínea pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, ordem Poales, família Poaceae, gênero *Triticum* L. e espécie *Triticum aestivum* L. (DEDECCA e PURCHIO, 1952).

O estudo de Slageren (1994), classifica seis espécies do gênero *Triticum*, sendo, *Triticum urartu*, *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum*, *Triticum timopheevii*, *Triticum zhukovskyi* e *Triticum aestivum*. Em relação à espécie *Triticum aestivum* existem subdivisões, sendo estas, *Triticum aestivum* subsp. *aestivum*, *Triticum aestivum* subsp. *compactum*, *Triticum aestivum* subsp. *mancha*, *Triticum aestivum* subsp. *spelta* e *Triticum aestivum* subsp. *sphaerococcum*.

2.1.2. Características morfológicas do trigo

A cultura do trigo apresenta ciclo anual, e plantas com hábito de crescimento cespitoso, compreendendo genótipos com estaturas de 0,30 a 1,50 metros. O sistema radicular é caracterizado como fasciculado e pode atingir dimensões de 0,30 a 0,40 metros. O caule é classificado como colmo sendo composto por nós e entrenós, responsáveis pela inserção das folhas e alongação do colmo, respectivamente. A folha é composta pela bainha, que se caracteriza como uma estrutura alongada e aderida ao colmo, a lígula é membranosa e esbranquiçada, e a lâmina foliar apresenta-se linear com nervuras paralelinérveas. A aurícula revela dimensões pequenas a médias, podendo expressar pilosidade (FONTANELI et al., 2012).

Entre as características do trigo, o afilhamento mostra-se extremamente importante ao âmbito produtivo dos genótipos, por propiciar efeitos compensatórios através da emissão de afilhos fotossinteticamente ativos, que contribuem com

assimilados ao colmo principal e formem estruturas reprodutivas. Segundo Valério et al. (2009) a magnitude de afilhos por planta, reflete ao número de espigas por unidade de área, número e massa de grãos por planta e conseqüentemente ao rendimento de grãos do genótipo, desde que estes sejam autosuficientes e não apresentem-se como um dreno de assimilados para a planta. O afilhamento do trigo pode ser controlado por efeitos genéticos, hormonais através das auxinas e citocininas, característica do ambiente de cultivo, demanda hídrica e nutricional, e o arranjo de plantas no dossel (VALÉRIO et al., 2009).

O afilhamento para o trigo duplo propósito se apresenta fundamental, pois incrementa o número de folhas, área foliar e produção de forragem (MARTIN et al., 2010). Segundo Bortolini et al. (2004) indiretamente reduz o acamamento, dominância apical e a estatura das plantas. Estudos de Santos et al. (2011) revelam que o manejo de cortes em genótipos com dupla aptidão resulta em estímulo na emissão de afilhos, incrementam a área foliar, interceptação e aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa.

Os períodos de desenvolvimento do trigo são divididos em vegetativo e reprodutivo, compreendendo da emergência das plântulas ao aparecimento da inflorescência, e posteriormente até a maturação fisiológica, respectivamente (STRECK et al., 2003). As inflorescências são denominadas de espigas, sendo formadas por um conjunto de espiguetas aderidas individualmente ao nó da ráquis. Estudos revelam a grande capacidade do trigo em modificar a magnitude de espiguetas por espiga, através do manejo populacional, nutricional, e características genéticas da cultivar (TEIXEIRA FILHO et al., 2008).

Na espiguetas estão presentes três flores hermafroditas, sendo duas viáveis e a central com certo grau de esterilidade. A flor evidencia no carpelo masculino três anteras, e ao aparato feminino revelam-se dois estigmas e um ovário. Os carpelos reprodutivos são envoltos pelo antécio, sendo este formado pela pálea e a lema, após a autofecundação, germinação do grão de pólen, emissão do tubo polínico e desenvolvimento do ovário, forma-se o fruto denominado de cariopse, responsável por gerar novos indivíduos e propagar a espécie. Estudos revelam que a viabilidade do pólen e a fecundação das flores, são intimamente relacionadas com o ambiente de cultivo, influenciando diretamente a produtividade e a qualidade das sementes produzidas (RIBEIRO et al., 2012).

2.2. O Trigo duplo propósito

O trigo duplo propósito caracteriza-se como cereal de dupla aptidão por fornecer forragem no período vegetativo, e posteriormente proporcionar a colheita de grãos (MARTIN et al., 2010). Segundo Hastenpflug (2009) os grãos produzidos são destinados a produção de farelo e rações, em contrapartida, estudos de Ribeiro et al. (2010) revelam que o trigo com duplo propósito pode reduzir as carências de matéria-prima na elaboração de rações e substituir eficientemente o milho, sendo que o trigo evidencia menor preço agregado, elevado valor nutricional e disponibilidade de grãos na entre safra do milho.

A dupla aptidão se evidencia como alternativa amplamente energética ao âmbito agropecuário, sendo fonte energética aos animais tanto no período vegetativo quanto reprodutivo, a forragem apresenta 23,00% de proteína bruta, 53,00% de fibras em detergente neutro e 26,80% de fibras em detergente ácido (FONTANELLI et al., 2009). Em contrapartida, os grãos fornecem 87,77% de matéria seca, 54,93% de amido, 11,49% de proteína bruta, 2,37% de fibra bruta, 1,68% de gordura, 1,59% de material mineral e 3.819 Kcal Kg⁻¹ de energia (ROSAGNO et al., 2011).

Esta estratégia permite reunir com sucesso atividades voltadas a diferentes áreas do agronegócio, desta maneira, a integração lavoura-pecuária possibilita aperfeiçoar economicamente a propriedade rural. Estudos de Del Duca et al. (2000) revelam benefícios mútuos da integração lavoura-pecuária ao solo, plantas e animais, além de incrementar o ganho econômico do produtor em mesmo espaço físico. A dupla aptidão permite fornecer forragem diretamente aos animais, ou de forma mecanizada elaborar pré-secados, feno e silagem, em contrapartida, os grãos produzidos podem ser utilizados como fonte energética na alimentação animal (FONTANELI et al., 2009).

A Região Sul do Brasil evidencia algumas peculiaridades quanto à produção forrageira. Muitas das espécies utilizadas apresentam período fixo de produção, isso influencia diretamente na escassez de alimentos aos animais. Estudos revelam que o vazio forrageiro ocorre no outono e início do inverno (MEINERZ et al., 2011). Desta maneira, genótipos de trigo com duplo propósito minimizam os efeitos adversos da falta de alimento, por possibilitar semeadura antecipada, possuir rápido

estabelecimento, tolerância ao pisoteio, alto rendimento forrageiro e qualidade bromatológica do material produzido (FONTANELI et al., 2009). Estudos de Wendt et al. (2006) revelam que os genótipos devem possuir fase vegetativa longa e possibilitar maior número de cortes, em contrapartida, período reprodutivo curto.

O trigo destinado ao duplo propósito revela alguns cuidados referentes ao manejo das plantas, quando estes são seguidos racionalmente a atividade resulta em sucessos no âmbito produtivo e econômico. As técnicas de manejo bem empregadas proporcionam incrementar o número de cortes, maior extração forrageira e capacidade de rebrote, estudos revelam que a intensidade do estresse causado às plantas pela perda de área foliar, pode afetar tanto o rendimento forrageiro quanto de grãos (BORTOLINI et al., 2004).

Desta maneira, alguns critérios devem ser considerados, tais como, adubações balanceadas no período da semeadura e por cobertura após cada corte, dentre as necessidades da cultura ressalta-se a adição de nitrogênio, com intuito de potencializar o rebrote e recuperação das plantas submetidas ao estresse por desfolhamento. Estudos de Sangoi et al. (2007) revelam que a aplicação do nitrogênio em trigo, promove o aumento da magnitude de afilhos férteis e do rendimento de grãos. Em cereais destinados a dupla aptidão o nitrogênio auxilia no estabelecimento da área foliar e no teor de proteína bruta da forragem (DEL DUCA et al., 1999). Outro aspecto importante é o período de entrada e saída dos animais para o pastejo, e a altura de corte em um manejo mecanizado, a ausência deste cuidado pode acarretar em danos ao meristema apical da planta, prejudicando a alongação e o rendimento de grãos (MARTIN et al., 2010).

Portanto, para a elevada produção forrageira em genótipos com duplo propósito minimizando os efeitos do vazio forrageiro, deve-se antecipar a semeadura em 20 a 30 dias, e a densidade populacional pode ser aumentada em relação aos trigos tradicionais (WENDT et al., 2006). A aplicabilidade destas técnicas de manejo é dependente do ambiente de cultivo, temperatura, fotoperíodo, oferta hídrica, solo e custo de produção (MARTIN et al., 2010).

Os genótipos de trigo recomendados para duplo propósito foram desenvolvidos a partir de 2002 através de pesquisas da Embrapa Clima Temperado e Embrapa Trigo (WENDT et al., 2006). Os principais genótipos são BRS Figueira lançado em 2002, oriundo do cruzamento Coker 762*2/Cnt8, BRS Umbu lançado em 2003 por meio dos genitores Century/BR 35 em 2004 foram lançados BRS

Guatambu e BRS Tarumã através dos cruzamentos Amigo/2*BR23 e Century/BR35, respectivamente, e BRS 277 lançado em 2008 através dos genitores OR/Coker 93.33 (CAIRÃO et al., 2014).

2.2.1 Obtenção de genótipos.

Um programa de melhoramento genético de trigo que visa obter novos genótipos deve possuir uma sistematicidade organizada e seguir etapas como, a definição dos objetivos, escolha dos genitores, hibridações, formação de populações segregantes, escolha do método de condução e seleção, elaboração dos ensaios competitivos, registro e proteção do genótipo, multiplicação e distribuição das sementes. A obtenção de um genótipo destinado a dupla aptidão pode ser considerado como objetivo primordial do melhorista, desta maneira, busca-se construir um ideótipo de planta que reúna alto rendimento forrageiro e qualidade bromatológica, grande potencial de afilamento, tolerância ao desfolhamento e pisoteio, e adequado rendimento de grãos, potencializando a oferta energética aos animais (WENDT et al., 2006).

A seleção de genitores apresenta-se importante para a obtenção de novos genótipos, pois se busca a complementaridade gênica entre genitores, a fim de incrementar a expressão dos caracteres agrônômicos de interesse (PIMENTEL et al., 2013). Estudos em trigo revelam que o melhorista pode incrementar a variabilidade genética através da utilização de cultivares em uso, cultivares elite, *landraces*, e linhas de melhoramento (SKOVMAND et al., 2006). Após a seleção dos genótipos com características de interesse e que atendam os objetivos propostos, organizam-se os blocos de cruzamentos, direcionando os cruzamentos de forma a proporcionar populações segregantes com elevada expressão dos caracteres objetivados (SCHMIDT et al., 2009).

O trigo possui flores hermafroditas, onde a cleistogâmia proporciona a autofecundação através da capacidade da flor fecundar-se antes da abertura das pétalas. Nestas condições, o melhorista promove a emasculação da flor e retira as três anteras, após realiza-se a proteção da inflorescência. Posteriormente direcionam-se as anteras com pólen viável do genitor parental masculino, com

deposição sobre o estigma da flor emasculada, identificando o cruzamento com as devidas informações cabíveis (ALLARD, 1971).

Os cruzamentos viáveis geram indivíduos totalmente heterozigotos, que resultam na formação de populações segregantes. Estudos revelam que o sucesso de um programa de melhoramento genético de trigo esta intimamente relacionado com a capacidade do melhorista em incrementar a variabilidade genética em populações segregantes oriundas de cruzamentos (PIMENTEL et al., 2013). Segundo Ramalho et al. (2012) as ações do melhorista devem ser embasadas em populações com médias elevadas dos caracteres de interesse, e ainda revelar alta variabilidade genética.

Dentre os métodos de seleção e condução das plantas no melhoramento genético do trigo com hibridação, destacam-se a utilização da seleção massal, método populacional, método genealógico e descendente de apenas uma semente “*Single Seed Descent*” (SSD). Todos os métodos são realizados a partir da segunda geração de descendentes “F₂” (BORÉM e MIRANDA, 2013).

A seleção massal apresenta menor custo e necessidade de mão-de-obra, revela grande contribuição da seleção natural através das condições do ambiente de cultivo. As populações são semeadas em densidade comercial de F₂ a F₄, as melhores plantas são colhidas e misturadas, na geração F₅ a semeadura será espaçada. A seleção embasada no fenótipo dará origem à geração F₆, em F₇ confeccionam-se os ensaios de competição (SCHEEREN et al., 2011).

O método genealógico ou *pedigree* é embasado diretamente na avaliação das progênes, onde a população gerada é semeada de forma espaçada e avaliada individualmente em F₂, onde indivíduos superiores serão selecionados e colhidos separadamente. Cada planta formará uma linha F₃, em F₄ a seleção é embasada não somente nos caracteres morfológicos, mas nas características da progênie gerada, a seleção das melhores linhas é repetida até que a homozigose seja alcançada. Após realiza-se os ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) com testemunhas comerciais, mas as plantas selecionadas devem ser semeadas na época e local em que o futuro genótipo será utilizado (BORÉM e MIRANDA, 2013). Segundo Allard (1971) este método é apropriado para características qualitativas determinadas por genes de grandes efeitos ao caráter.

O método populacional baseia-se na condução das populações F₂ nas mesmas condições do futuro genótipo, estas devem ser colhidas em *bulk*. Uma

amostra da geração anterior é semeada para compor as próximas gerações de F_3 a F_5 . Em F_6 as plantas com fenótipos promissores são semeadas em linha, e posteriormente as melhores linhas são colhidas em *bulk* e submetidas ao ensaio de valor de cultivo e uso (VCU) com testemunhas comerciais (BORÉM e MIRANDA, 2013).

O método *Single Seed Descent* (SSD) é realizado através da coleta de apenas uma semente de cada indivíduo F_2 . Esta semente irá gerar o indivíduo das próximas gerações F_3 a F_5 , sendo cultivados de forma espaçada. As melhores linhas serão selecionadas em F_6 e submetidas aos ensaios de rendimento com outras testemunhas, este método proporciona o avanço de geração no mesmo ano em casa de vegetação, mantém a variabilidade da população original, sendo que em cada geração a homozigose é aumentada (BORÉM e MIRANDA, 2013).

2.3 Correlações canônicas

As correlações canônicas têm o intuito de estimar a máxima correlação entre os grupos de caracteres, sendo que estes caracteres tendem a responder de forma linear (CRUZ et al., 2012). Esta análise minimiza os problemas referentes à presença de apenas um caráter dependente, pois não distingue quais caracteres são dependentes ou independentes, e proporciona revelar a máxima correlação entre os grupos (MORRISON, 1978).

Cruz et al. (2012) revela que este método permite analisar as inter-relações de grupos com número variado de caracteres, e as associações são explicáveis de maneira simples através de poucas correlações (CRUZ e REGAZZI, 2004). A determinação das associações entre grupos é possível pela presença de no mínimo dois caracteres de importância (CRUZ et al., 2012). Onde o número de correlações canônicas é igual ao número de caracteres que formam o menor grupo, e a magnitude destas correlações é inversamente proporcional a ordem que foram estimadas (CRUZ e REGAZZI, 2006).

Estudos de Cruz et al. (2012) revelam que o problema estatístico está vinculado a máxima estimativa da correlação linear entre grupos, que promove a determinação de um coeficiente de ponderação em cada correlação linear dos

caracteres. A estimativa destes coeficientes para os caracteres de interesse ao melhoramento genético facilita a identificação de indivíduos promissores, através da seleção indireta de caracteres de fácil mensuração.

Segundo Carvalho et al. (2004) a compreensão das relações entre caracteres permite incrementar a eficiência da seleção, e reflete no sucesso do programa de melhoramento genético. Estudos de Santos e Vencovsky (1986) revelam que a correlação possibilita identificar as associações entre caracteres, e revelar se a seleção embasada em um determinado caráter pode causar efeitos aos demais caracteres. A correlação canônica apresenta-se benéfica ao melhoramento genético, e propicia o entendimento das associações entre grupos de caracteres de interesse agrônomo (COIMBRA et al., 2000).

2.4 Análise de trilha

A análise de trilha ou *Path analysis* foi descrita por Wright (1921) e utilizada em (1923) que proporciona a melhor compreensão das associações entre os caracteres, através do desdobramento das correlações simples, posteriormente estudos minuciosos foram realizados por Li (1975). Esta metodologia permite quantificar a magnitude e direção das associações entre caracteres complexos, revelando a importância dos efeitos diretos e indiretos sobre o caráter dependente (CRUZ et al., 2012). Estes efeitos são obtidos através de equações de regressão em caracteres padronizados (CRUZ et al., 2006).

Esta análise é caracterizada por conferir associações que permitem determinar as inter-relações de causa e efeito nos caracteres estudados, em melhoramento genético é comumente utilizada para determinar a importância de caracteres primários e secundários da cultura, e nortear a seleção indireta de genótipos promissores através de caracteres de interesse (CRUZ et al., 2012). Segundo Nogueira et al. (2012) a compreensão das associações entre caracteres é imprescindível ao melhoramento genético, por auxiliar no direcionamento do processo de seleção.

A análise de trilha apresenta particularidades por ser um coeficiente de regressão, e revelar direção positiva ou negativa. Caracteriza-se com um coeficiente

padronizado o que permite relacionar caracteres aferidos em diferentes unidades físicas, não expressando notações em seus resultados (CRUZ et al., 2012). No melhoramento genético é necessário identificar quais caracteres revelam alta correlação com o caráter principal, onde o efeito direto deve ter sentido favorável a seleção, em contrapartida, sentidos opostos entre a correlação total e os efeitos diretos indicam ausência de associação de causa e efeito (CRUZ et al., 2006). Estudos de Cruz et al. (2004) revelam que a seleção indireta apresenta-se viável, e pode ser praticada para caracteres de difícil mensuração, baixa herdabilidade e altamente influenciável pelo ambiente.

As definições das associações permitem ao melhorista compreender a importância de cada caráter na expressão dos demais, desta forma, a análise de trilha visa elucidar as relações entre caracteres, pois a seleção indireta quando não embasada nos efeitos dos demais caracteres, pode revelar modificações em características não desejáveis (SANTOS et al., 2000). Estudos de Ramalho et al. (1993) revelam que a correlação e as associações entre caracteres são importantes ao melhoramento de plantas, por determinarem o efeito da seleção procedida em determinado caráter, que irá influenciar os demais caracteres da cultura.

2.5 Referências bibliográficas

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1971. 485 p.

BARTMEYER, T. N.; DITTRICH, J. R.; SILVA, H. A.; MORAES, A.; PIAZZETTA, R. G.; GAZDA, T. L.; CARVALHO, P. C. F. Trigo de duplo propósito submetido ao pastejo de bovinos nos Campos Gerais do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1247-1253, 2011.

BRENCHLEY, R.; SPANGL, M.; PFEIFER, M.; BARKER, G. L. A.; AMORE, R. D.; ALLEN, A. M.; MCKENZIE, N.; KRAMER, M.; KERHORNOU, A.; BOLSER, D.; KAY, S.; WAITE, D.; TRICK, M.; BANCROFT, I.; GU, Y.; HU, N.; CHENG LUO, N.; SEHGAL, S.; GILL, B.; KIANIAN, S.; ANDERSON, O.; KERSEY, P.; DVORAK, J.; MCCOMBIE, R.; HALL, A.; MAYER, M.; EDWARDS, K.; BEVAN, W.; HALL, H. Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. **Nature**, Londres, v.491, 705-709, 2012.

BOREM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas** – 6° edição. Viçosa: Editora UFV, 2013. v.1. 527p.

BORTOLINI, P. C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.45-50, 2004.

CAIRÃO, E.; SCHEEREN, P. L.; SILVA, M. S.; CASTRO, R, L. History of wheat cultivars released by Embrapa in forty years of research. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.14, n.1, p.216-223, 2014.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004,142p.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A.; OLIVEIRA, M. F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.989-1000, 2002.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F.; AZEVED, R. Correlações canônicas: II – Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.31-35, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra Brasileira: grãos, primeiro levantamento, março 2014 / **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília - DF: Conab, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 16 jan 2015.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012, 508 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004, 480p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1997, 390p.

DEDECCA, D. M.; PURCHIO, M. J. Variedades agrícolas de trigo (*Triticum aestivum* L.), **Bragantia**, Campinas, v.12, n.3, p. 19-53, 1952.

DEL DUCA, L. J. A.; GUAIENTI, E. M.; FONTANELI, R. S.; ZANOTTO, D. L. Influência de cortes simulando pastejo na composição química de grãos de cereais de inverno. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1607-1614, 1999.

DEL DUCA, L. J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná, em 1999**. Passo Fundo-Embrapa Trigo – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6, 2000, 18p.

FEDERIZZI, L. C.; SCHEREN, P. L.; NETO, J. F. B; MILACH, S. C. K P.; PACHECO, M. T. **Melhoramento do trigo**. In: Borém. A Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 1999, 535-587p.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **FORAGEIRAS para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul - Brasileira**. 2Br. Ed. Brasília, DF: Embrapa Brasília, 2012. 544p.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; JUNIOR, A. N.; MINELLA, E.; CAIRÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; JUNIOR, A. N.; MINELLA, E.; CAIRÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009.

FONTANELI, R. Trigo duplo propósito na integração lavoura-pecuária, **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.99, n.1, p.10-20, 2007.

GILL, B. S.; FRIEBE, B.; ENDO, T. R. Standard karyoty peand nomenclature 17 system for description of chromosome bands and structural aberrations 18 in wheat (*Triticum aestivum*). **Genome**, v.34, n.1, 830-839. 1991.

HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VIEIRA, E. A.; SILVA, J. A. G.; BERTAN, I.; RIBEIRO, G.; FINATTO, T.; REIS, C. E. S.; BUSATO, C. C.; Estimativa de coeficiente de correlação e trilha em gerações segregantes de trigo hexaplóide. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.202-218, 2007.

HASTENPFLUG, M.; MARTIN, N.; CASSOL, L. C.; BRAIDA, J. A.; BARBOSA, D. K.; MOCHINSKI, A.; Desempenho vegetativo de cultivares de trigo duplo propósito submetidas a adubações nitrogenadas. **Revista FZVA**, Uruguiana, v.16, n.1, p. 66-78. 2009.

KUREK, A. L.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7 n. 1, p. 29-32, 2001.

LI, C. C. **Path analysis** – a primer. Box wood: Pacific Grove, 1975. 346p.

MARQUES, B. M. F. P. P.; ROSA, G. B.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A.d'A.; LOVATTO, P. A. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.767-772, 2007.

MARTIN, T. N.; STORCK, L.; BENIN, G.; SIMIONATTO, C. C.; ORTIZ, S.; BERTOCELLI, P. Importância da relação entre caracteres em trigo duplo propósito. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.6, p.1932-1940, 2013.

MARTIN, T. N.; SIMINATTO, C. C.; ORTIZ, P. B. S.; HASTENPFLUG, M.; ZIECH, M. F.; SOARES, A. B. Fitomorfologia e produção de cultivares de trigo duplo propósito em diferentes manejos de corte e densidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.8, p.1695-1701, 2010.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, c. J.; VIÉGAS, J.; NORBERG. J. L.; AGNOLIN, A.; SCHEIBLER, R. B.; HORST, T.; FONTANELI, R. S. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011.

MITTELMANN, A.; NETO, J. F. B.; CARVALHO, F. I. F.; LEMOS, M. C. I.; CONCEIÇÃO, L. D. H. Herança de caracteres do trigo relacionados à qualidade de panificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.975-983, 2000.

MORAES FERNANDES, M. I. B. **Citogenética, trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982, 95-144p.

MORRISON, D. F. **Multivariate statistical methods**. 2. Ed. Tokyo: McGraw Hill, 1978, 415p.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.6, p.877-888, 2012.

PIMENTEL, A. J. B.; SOUZA, M. A.; CARNEIRO, P. C. S.; ROCHA, J. R. A. S. C.; MACHADO, J. C.; RIBEIRO, G. Análise dialéctica parcial em gerações avançadas para seleção de populações segregantes de trigo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.12, p.1555-1561, 2013.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. P. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: ED. da UFG. 1993. 271p.

RIBEIRO, G.; PIMENTE, A. J.; SOUZA, M. A.; ROCHA, J. R. A. S. C.; FONSECA, W. B. Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.18, n.2-4, p.133-142, 2012.

RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J. D.; SILVA, G. L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v.38, n.1, p.61-71, 2010.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. 3. ed. – Viçosa, MG, 2011,254p.

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1564-1570, 2007.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; CAIRÃO, E.; SPERA, S. T.; VARGAS, L. Desempenho agrônômico de trigo cultivado para grãos e duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1206-1213, 2011.

SANTOS, R. C.; CARVALHO, L. P.; SANTOS, V. F. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.13-16, 2000.

SANTOS, J.; VENCOSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.10, n.3. p.265-272, 1986.

SCHEEREN, P. L.; CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; BONOW, S. **Melhoramento de trigo no Brasil In: Trigo no Brasil. Melhoramento de trigo no Brasil**. 1ªed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, v. 01, n.1, 2011, 427-452p.

SCHMIDT, D. A. M.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; BERTAN, I.; VALÉRIO, I. P.; HARTWIG, I.; SILVEIRA, G.; GUTKOSKI, L. C. Variabilidade genética em trigos brasileiros a partir de caracteres componentes da qualidade industrial e produção de grãos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.43-52, 2009.

SKOVMAND, B.; RAJARAM, S.; RIBAUT, J.M.; HEDE, A. R. **Wheat genetic resources. Bread wheat: improvement and production**. Rome: FAO, 2002. p.89-102.

SLAGEREN, M. W. van. **Wild wheats: a monograph of Aegilops L. and Amblyopyrum (Jaub. & Spach) Eig (Poaceae)**. Wageningen: Wageningen University, 1994. 513 p.

STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat, **Annals of Botany**, v.92, n.2, p.181-190, 2003.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; MAIA, L. C.; SILVA, J. A. G.; SCHMIDT, D. M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina**, Londrina, v.30, n.1, p.1207-1218, 2009.

TAVARES, M.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.41-47, 1999.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVARES, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.; SÁ, M. E. Desempenho agrônômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e adubação nitrogenada. **Científica**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.97-106, 2008.

TOMASINI, R. G. A. & AMBROSI, I. Aspectos econômicos da cultura de trigo. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.15, n.2, p.59-84, 1998.

USDA - **Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional**. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acessado em: 16 de jan. 2015.

VESOHOSKI, F.; MARCHIORO, V. S.; FRANCO, F. A.; CANTELLE, A. Componentes do rendimento de grãos em trigo e seus efeitos diretos e indiretos na produtividade. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 337-341, 2011.

WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ROSA, H. T.; ALBERTO, C. M.; OLIVEIRA, F. B. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2320-2326, 2009.

WENDT, W.; CAETANO, V. R. GARCIA, C. A. N. **Manejo na Cultura do Trigo com Finalidade de Duplo Propósito-Fragem e Grãos**. Pelotas-RS, n.141, 2006, 15p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**. Washington, v. 20, n.1, p.557-585, 1921.

WRIGHT, S. The theory of path coefficients: a replay to Niles' criticism. **Genetics**, Austin, v.8, n.3, p. 239-255, 1923.

CAPÍTULO II

3 CORRELAÇÕES CANÔNICAS ENTRE CARACTERES MORFOLÓGICOS E COMPONENTES DO RENDIMENTO EM TRIGO DUPLO PROPÓSITO

RESUMO: O trigo com duplo propósito é caracterizado por produzir energia na forma de forragem e grãos. O objetivo deste trabalho foi determinar as correlações canônicas entre os grupos de caracteres morfológicos e do rendimento de grãos em genótipos de trigo duplo propósito para identificação do sentido e magnitude das relações, quando o trigo é submetido a diferentes níveis de cortes. Realizado em 2013 e 2014 na Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen – RS. Utilizou-se o delineamento experimental com blocos ao acaso no esquema fatorial, cinco (genótipos) x quatro (manejos de corte), e três repetições. Os genótipos foram: BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu e BRS 277, submetidos ao manejo sem corte, um corte, dois cortes e três cortes. No manejo sem cortes e um corte, associações são estabelecidas similarmente para ambos os grupos, onde o aumento do diâmetro do colmo principal é determinante ao acréscimo do número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos. Com dois cortes as associações são estabelecidas através do diâmetro do colmo dos afilhos, que influencia o aumento da massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos. Com três cortes o aumento do número de afilhos por planta incrementa o número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos.

Palavras Chave: *Triticum aestivum* L., Seleção indireta, Melhoramento de plantas.

CANONICAL CORRELATION BETWEEN MORPHOLOGIC CHARACTERS AND YIELD COMPONENTS IN DUAL PROPOSE WHEAT

ABSTRACT: Wheat with dual purpose is characterized by producing energy both as forage and grain. The aim of this study was to determine the canonical correlations between groups of morphological characters and grain yield in wheat genotypes dual purpose, to identify the direction and magnitude of the relationship, when wheat is subjected to different levels of cuts. It was conducted in 2013 and 2014 at the Federal University of Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen - RS. We used the experimental design with randomized blocks in a factorial design, five (genotypes) x four (cutting managements) and three replications. The genotypes were: We used BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu and BRS 277 and

submitted to the management uncut, one cut, two cuts and three cuts. In management uncut and one cut, associations are established similarly for both groups, where the increase in diameter of the main stem, is determining the increase in the number of spikes per square meter, number and weight of grains per spike, thousand grain weight, test weight and grain yield. With two cuts the associations are established through the stem diameter of the tiller, which influences the increased thousand grain weight, test weight and grain yield. With three cuts the increase the number of tillers per plant increases the number of spikes per square meter, number and weight of grains per spike, thousand grain weight, test weight and grain yield.

Key words: *Triticum aestivum* L., Indirect selection, Plant breeding.

3.1 Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) com duplo propósito é assim caracterizado por possuir aptidão à produção de forragem e grãos, o cultivo ocorre principalmente no sistema de integração lavoura-pecuária (BATISTA et al., 2014). Os genótipos de trigo com dupla aptidão são caracterizados pela elevada produção de fitomassa, fase vegetativa longa, menor duração do período reprodutivo, tolerância ao pisoteio e manejo de cortes, alto potencial de afilhamento, e rápido estabelecimento da cultura (MARTIN et al., 2010).

Diante da necessidade de obter genótipos que atendam as exigências de duplo propósito, o melhoramento genético visa reunir características que contribuam ao incremento do potencial produtivo da cultura do trigo. Segundo Coimbra et al. (2000) é importante identificar as correlações fenotípicas entre os caracteres, e esclarecer as relações entre pares de caracteres, desta maneira, a estratégia de seleção mais eficiente para o melhoramento genético pode ser definida, e proporcionar a obtenção de genótipos promissores. Segundo Cruz et al. (2012) as inter-relações entre caracteres identifica e quantifica as associações que relacionam-se com o desempenho da cultura, desta forma, a utilização das correlações canônicas permite compreender as relações entre grupos de caracteres.

Diante do grande número de caracteres envolvidos no processo de seleção, as correlações canônicas permitem agrupar as variáveis de interesse, onde a determinação das associações entre grupos contribui positivamente na seleção indireta de genótipos. A seleção de caracteres de interesse ao rendimento de grãos

em trigo duplo propósito mostra-se promissora, em contrapartida o manejo de cortes pode revelar respostas diferenciadas devido ao número de cortes realizados, onde resulta em associações não viáveis para o melhoramento genético da cultura.

Segundo Martin et al. (2013) revelam que o manejo e o número de cortes alteram as inter-relações entre os caracteres. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar as correlações canônicas entre os grupos de caracteres morfológicos e do rendimento de grãos em genótipos de trigo duplo propósito para identificação do sentido e magnitude das relações, quando o trigo é submetido a diferentes níveis de cortes.

3.2 Material e métodos

Os experimentos foram realizados nas safras agrícolas 2013 e 2014 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen - RS, na área pertencente ao Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas. As coordenadas correspondem a latitude de 27° 39' 56" S e longitude de 53° 42' 94" O, com altitude de 490 metros. O solo é classificado como um Latossolo Vermelho Alumino Férrico e o clima é caracterizado por Köppen como Cfa subtropical (MORENO, 1961).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso organizado em esquema fatorial, sendo cinco (genótipos) x quatro (manejos de corte), dispostas em três repetições. Os genótipos de trigo duplo propósito utilizados foram: BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu e BRS 277.

Os manejos de corte empregados foram: sem corte, um corte, dois cortes e três cortes. O critério utilizado para a realização dos cortes foi quando as plantas da unidade experimental apresentavam altura média de 30 centímetros (cm), os cortes foram realizados manualmente. O corte das plantas foi realizado deixando-se 10 cm de altura para possibilitar o rebrote das plantas.

Cada unidade experimental foi composta por 12 linhas espaçadas 17 cm entre linhas com dois metros de comprimento. A densidade populacional empregada para todos os genótipos de trigo duplo propósito foi de 3.000.000 plantas por hectare (ha^{-1}). Em ambas às safras agrícolas foi empregado o sistema de semeadura direta,

com adubação de base de 250 Kg ha⁻¹ de N-P-K na formulação (10-20-20), e por cobertura aplicou-se um total de 90 Kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, parceladas em pleno afilhamento e após cada corte.

O controle de insetos-praga e doenças foi realizado de maneira preventiva. As avaliações foram procedidas nas linhas centrais de cada unidade experimental, desprezando 0,50 metros de cada extremidade, com intuito de reduzir os efeitos de bordadura. Para aferição dos caracteres de interesse agrônômico amostrou-se dez plantas aleatórias, compondo a média de cada variável na unidade experimental.

Os caracteres avaliados foram:

Número de afilhos (AF): realizou-se a contagem do número de afilhos totais por planta.

Diâmetro do colmo dos afilhos (DAF): aferiu-se o diâmetro no terço médio do colmo dos afilhos com paquímetro digital, resultados em milímetros (mm).

Diâmetro do colmo principal (DCP): aferiu-se o diâmetro no terço médio do colmo principal com paquímetro digital, resultados em mm.

Número de afilhos férteis (AFF): realizou-se a contagem em um metro linear do número de afilhos com espigas viáveis, em unidades.

Número de espigas por metro quadrado (ESPM) contagem do número de espigas totais em um metro quadrado de cada parcela, em unidades.

Número de grãos por espiga (NGE): as espigas colhidas foram trilhadas, e posteriormente aferiu-se a magnitude de grãos por espiga, em unidades.

Massa de grãos por espiga (MGE): mensurou-se a massa de grãos em cada espiga através de balança analítica, resultados em gramas (g).

Massa de mil grãos (MMG): procedeu-se a contagem e a determinação da massa de oito subamostras com cem grãos em cada unidade experimental, após se ajustou para massa de mil grãos, resultados expressos em gramas (g).

Rendimento de grãos (RG): através da massa total de grãos por unidade experimental com a correção da umidade de grãos para 13%, efetuou-se a razão da massa de grãos da parcela pelo número de plantas. A massa de grãos por planta foi ajustada para a densidade populacional empregada, resultados expressos em Kg ha⁻¹.

Peso hectolitro (PH): determinado através da massa de grãos por unidade de volume com balança de peso hectolitro, em g cm⁻³.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual para cada manejo de corte, a fim de verificar a homogeneidade das variâncias. Posteriormente os dados de cada manejo de corte foram submetidos à análise de correlação canônica.

Para o estabelecimento dos grupos canônicos os caracteres foram separados em morfológicos e componentes do rendimento. O Grupo I de caracteres está composto por caracteres morfológicos, número de afilhos (AF), diâmetro do colmo dos afilhos (DAF), diâmetro do colmo principal (DCP), número de afilhos férteis (AFF), o Grupo II é composto por componentes do rendimento, ou seja, número de espigas por metro quadrado (ESPM), número de grãos por espiga (NGE), massa de grãos por espiga (MGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG) e peso hectolitro (PH). De acordo com os procedimentos descritos por Cruz et al. (2012).

A hipótese de nulidade: $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_n = 0$, $s = \min \{p, q\}$.

Podendo ser avaliada através do teste aproximado de qui-quadrado (χ^2), sendo dado por: $\chi^2 = -t \log_e \left[\prod_{i=1}^s (1 - r_i^2) \right]$.

Onde: $t = n - 0,5 (p + q + 3)$.

n = número de observações experimentais; e $p + q$ = correspondem a p ou q -ésima correlação estimada.

As análises foram realizadas através do software Genes (CRUZ, 2013).

3.3 Resultados e discussões

As estimativas dos coeficientes de correlação dos pares canônicos entre os caracteres morfológicos (Grupo I), e os caracteres vinculados aos componentes de rendimento do trigo (Grupo II), revelam ao manejo sem cortes (Tabela 1) e três cortes (Tabela 4) significância para quatro pares canônicos, os manejos com um corte (Tabela 2) e dois cortes (Tabela 3) revelam significância através de três pares canônicos. A significância é embasada ao nível de 1,00% de probabilidade ($p < 0,01$) através do teste de qui-quadrado, onde as magnitudes elevadas dos coeficientes de correlação evidenciam a dependência entre os grupos de caracteres.

O manejo sem cortes em trigo duplo propósito, revelam associações estabelecidas através do 1º par canônico com coeficiente de correlação de $r=1,00$ entre grupos (Tabela 1) onde, genótipos com maior diâmetro do colmo dos afilhos (Grupo I) são determinantes ao incremento da massa de grãos por espiga, peso hectolitro, assim como, menos espigas por metro quadrado e massa de mil grãos (Grupo II).

Tabela 1 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito com manejo sem cortes, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Caracteres	Pares canônicos			
	1º	2º	3º	4º
Grupo I				
AF ⁽¹⁾	-0,29	0,05	-0,78	0,53
DAF	0,64	0,05	0,71	-0,27
DCP	-0,23	-0,80	0,52	-0,11
AFF	-0,25	0,85	0,37	0,25
Grupo II				
ESPM	-0,21	0,77	0,57	0,14
PH	0,11	-0,44	-0,34	-0,81
MMG	-0,15	-0,64	0,65	-0,35
RG	0,03	0,53	0,84	0,05
NGE	-0,07	-0,11	0,88	0,44
MGE	0,13	-0,27	0,87	0,36
r*	1,00	1,00	1,00	0,99
α**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

r*=correlação canônica.

α**= significância.

⁽¹⁾ **AF**=número de afilhos por planta, em unidades, **DAF**= diâmetro do colmo dos afilhos, em mm; **DCP**= diâmetro do colmo principal, em mm; **AFF**= número de afilhos férteis em unidades; **ESPM**= número de espigas por metro quadrado, em unidades; **PH**= peso hectolitro, em g cm⁻³; **MMG**= massa de mil grãos, em gramas; **RG**= rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; **NGE**= número de grãos por espiga, em unidades; **MGE**= massa de grãos por espiga, em gramas.

Efeitos atribuíveis a genótipos que revelam menor emissão de afilhos por planta, em contrapartida, possuem maior diâmetro do colmo dos afilhos, e podem vir a influenciar o rendimento da cultura. Estudos de Almeida et al. (2001) revelam que o número e as proporções morfológicas dos afilhos podem ser relacionados ao

armazenamento de assimilados e o carreamento destes ao colmo principal quando necessário.

Segundo Valério et al. (2008) a magnitude de afilhos por planta contribui ao número de espigas por unidade de área, e conseqüentemente quando estes são férteis beneficiam o rendimento de grãos. Desta forma, a redução de afilhos e espigas viáveis por planta resultam em menor competição intra-específica por luz, água e nutrientes, e potencializa o incremento da massa de grãos por espiga do colmo principal. Comportamento justificado através do acréscimo de grãos por espiga e a redução da massa do grão, influenciando diretamente o peso hectolitro.

O 2º par canônico apresenta coeficiente de correlação de $r=1,00$ (Tabela 1), e revela que o maior número de afilhos férteis por planta (Grupo I) é determinante no incremento do número de espigas por metro quadrado, rendimento de grãos, em contrapartida tem-se o menor peso hectolitro, massa de mil grãos, número e massa de grãos por espiga (Grupo II). Os resultados deste par canônico revelam que o aumento na magnitude de afilhos férteis por planta, proporciona acréscimos ao número de espigas por metro quadrado, e contribui diretamente ao rendimento de grãos. Estudos revelam que o número de afilhos férteis é dependente das características intrínsecas do genótipo, do ambiente de cultivo, e da interação genótipo x ambiente (OZTURK et al., 2006).

Acréscimos em afilhos férteis resultam na redução das dimensões das espigas, grãos mais leves, menos grãos por espiga e redução do peso hectolitro. Estudos de Valério et al. (2008) revelam que acréscimos em afilhos férteis promovem a competição entre plantas, com redução na eficiência fotossintética e decréscimos ao acúmulo de assimilados nas estruturas reprodutivas. O aumento em afilhos férteis e espigas por unidade de área, resultam em menor número e massa de grãos por espiga, assim como, a competição por fotoassimilados, vindo a influenciar diretamente o rendimento de grãos.

O 3º par canônico apresenta coeficiente de correlação de $r=1,00$ (Tabela 1), onde revela que o maior diâmetro do colmo principal (Grupo I) é determinante para o número de espigas por metro quadrado, massa de mil grãos, rendimento de grãos, número de grãos por espiga e massa de grãos por espiga, assim como, menor peso hectolitro (Grupo II). Portanto, justificam-se estas relações através de plantas com menor emissão de afilhos e que preconizam o desenvolvimento do colmo principal. Modificações nas estruturas morfológicas do trigo são decorrentes de fatores

intrínsecos do genótipo e das condições do manejo, tais como, plantas por unidade de área, espaçamento, habilidade competitiva e capacidade de compensação (SANTOS e MUNDSTOCK, 2002).

Os assimilados são direcionados para a formação de estruturas reprodutivas com proporções maiores, que vem a influenciar na massa, número de grãos por espiga, e ao incremento do potencial produtivo do trigo. Estudos de Falgueto et al. (2009) revelam que o rendimento da cultura pode ser influenciado através da eficiência da planta em direcionar seus assimilados para determinadas estruturas, e a capacidade de modificar este carregamento ao longo dos estádios fenológicos e condições do ambiente.

O 4º par canônico revela coeficiente de correlação de 0,99 (Tabela 1) e indica que o número de filhos por planta (Grupo I) é determinante ao acréscimo do número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, assim como, menor peso hectolitro e massa de mil grãos (Grupo II). Os filhos influenciam na magnitude de espigas por metro quadrado, com incremento ao número e massa de grãos por planta, em contrapartida, resultam no fracionamento dos fotoassimilados em estruturas morfológicas dispendiosas, podendo causar a redução da massa do grão e peso hectolitro em trigo duplo propósito.

O afilhamento torna-se compensatório através do incremento no número de espigas por planta, sendo necessário regular a emissão e sobrevivência dos filhos, com o desenvolvimento do colmo principal. Portanto ao obter filhos auto-suficientes e fotossinteticamente ativos estes contribuem ao incremento do rendimento de grãos (FIOREZE e RODRIGUES, 2012).

O manejo com um corte em trigo duplo propósito, revelam associações estabelecidas através do 1º par canônico com coeficiente de correlação de $r=1,00$ entre os grupos de caracteres (Tabela 2). Desta maneira, o aumento do diâmetro do colmo dos filhos (Grupo I), é determinante ao acréscimo da massa de grãos na espiga e massa de mil grãos, assim como, menor espigas por metro quadrado, peso hectolitro e rendimento de grãos (Grupo II). O trigo pode ser utilizado para fins de duplo propósito por tolerar o desfolhamento, e possuir a capacidade de recuperação da área foliar, não comprometendo o potencial produtivo da cultura (BORTOLINI et al., 2004).

Portanto, plantas submetidas a um corte revelam superioridade ao diâmetro do colmo dos filhos, em contrapartida, podem reduzir a magnitude de espigas por

unidade de área, e influenciar negativamente o rendimento de grãos e peso hectolitro. Estudos de Martin et al. (2010) revelam que os componentes de rendimento do trigo com dupla aptidão são largamente influenciados pelo afilhamento do genótipo, disponibilidade hídrica, nutricional, qualidade e quantidade de luz, temperatura, e número de cortes realizados.

O 2º par canônico apresenta coeficiente de correlação $r=1,00$ e demonstra relação entre os grupos de caracteres estudados (Tabela 2). As correlações canônicas permitem determinar as relações entre grupos de caracteres de importância na seleção de indivíduos superiores, e pré-determinar as associações entre as variáveis (TAVARES et al., 1999).

A menor magnitude em afilhos por planta (Grupo I) é determinante ao acréscimo do número de espigas por metro quadrado, peso hectolitro, massa de mil grãos e rendimento de grãos, assim como, redução do número e massa de grãos por espiga (Grupo II). Desta maneira, plantas submetidas a um corte preconizam emitir menos afilhos, minimizando a utilização de assimilados com estruturas não produtivas. Em contrapartida, priorizam o deslocamento dos assimilados para o colmo principal, incrementando a massa de mil grãos e rendimento de grãos.

Juntamente ao 2º par canônico, o número de afilhos férteis em plantas submetidas a um corte (Grupo I) é determinante ao incremento do número de espigas por metro quadrado, peso hectolitro, massa de mil grãos e rendimento de grãos, assim como, redução do número e massa de grãos por espiga (Grupo II). Desta forma, a seleção de genótipos para duplo propósito pode ser baseada na escolha de plantas com elevada formação de afilhos férteis, sendo que estes indiretamente iram contribuir na magnitude de estruturas reprodutivas por planta, em contrapartida, o fracionamento dos assimilados resulta na redução das dimensões das espigas.

Assim, genótipos com duplo propósito expressam menor magnitude de grãos por espiga, mas com maior massa e peso hectolitro. Os resultados obtidos são comprovados através de Silveira et al. (2010) que relatam a influência direta da emissão de afilhos férteis na magnitude de espigas por área, grãos por espiga e massa de grãos.

Tabela 2 -Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito submetido á um corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Caracteres	Pares canônicos			
	1º	2º	3º	4º
Grupo I				
AF ⁽¹⁾	-0,10	-0,59	-0,09	0,79
DAF	0,36	0,78	0,49	0,05
DCP	0,09	-0,42	0,89	-0,08
AFF	-0,08	0,79	0,60	0,02
Grupo II				
ESPM	-0,55	0,63	0,39	-0,35
PH	-0,27	0,50	0,76	0,27
MMG	0,65	0,17	0,73	0,04
RG	-0,30	0,23	0,82	-0,40
NGE	0,02	-0,36	0,53	-0,75
MGE	0,29	-0,11	0,76	-0,56
r*	1,00	1,00	0,99	0,99
α**	<0,01	<0,01	<0,01	0,32

r*=correlação canônica.

α**= significância.

⁽¹⁾ **AF**=número de afilhos por planta, em unidades, **DAF**= diâmetro do colmo dos afilhos, em mm; **DCP**= diâmetro do colmo principal, em mm; **AFF**= número de afilhos férteis em unidades; **ESPM**= número de espigas por metro quadrado, em unidades; **PH**= peso hectolitro, em g cm⁻³; **MMG**= massa de mil grãos, em gramas; **RG**= rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; **NGE**= número de grãos por espiga, em unidades; **MGE**= massa de grãos por espiga, em gramas.

O 3º par canônico evidencia coeficiente de correlação de r=0,99 e comprova a relação entre os grupos de caracteres (Tabela 2). Deste modo, o diâmetro do colmo principal (Grupo I) é determinante ao incremento de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos (Grupo II) em trigo duplo propósito submetido a um corte. Estudos de Silva et al. (2005) revelam que entre todos os componentes de rendimento do trigo, o número de grãos por espiga caracteriza-se como o caráter mais promissor ao melhoramento genético visando o ganho genético para o aumento do rendimento de grãos.

A seleção de indivíduos superiores para duplo propósito através do diâmetro do colmo principal pode contribuir indiretamente na formação de espigas maiores, e evidenciar acréscimos ao número e massa de grãos por espiga, e

consequentemente contribuir com o potencial produtivo do genótipo mesmo quando este seja submetido ao corte. Segundo Martin et al. (2010) o manejo com um corte em trigo duplo propósito reduz a magnitude de todos os componentes do rendimento de grãos, efeito oriundo do deslocamento dos assimilados produzidos, para a recomposição da área foliar extraída através do corte.

Em relação ao manejo com dois cortes em trigo duplo propósito, associações são estabelecidas através do 1º par canônico com coeficiente de correlação de $r=1,00$ entre os grupos (Tabela 3). Deste modo, o aumento do diâmetro do colmo principal (Grupo I) é determinante ao acréscimo do número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, assim como, menor rendimento de grãos (Grupo II).

Acréscimos no número de cortes resulta em respostas diferenciadas aos componentes de rendimento, onde o estresse causado reduz a magnitude de espigas por planta e o rendimento de grãos. Estudos revelam que genótipos com habilidades de duplo propósito, ao serem submetidos a dois cortes ajustam-se fisiologicamente reduzindo a taxa fotossintética, através de modificações na dinâmica do particionamento de assimilados na planta, onde acréscimos ao número de cortes reduzem o potencial produtivo dos genótipos com duplo propósito (BORTOLINI et al., 2004).

O 2º par canônico revela coeficiente de correlação $r=0,99$ e comprova as associações entre os grupos de caracteres (Tabela 3). Desta maneira, a redução do número de afilhos e afilhos férteis (Grupo I) é determinante ao aumento do número e massa de grãos por espiga, peso hectolitro, assim como, menor número de espigas por metro quadrado e rendimento de grãos (Grupo II) em trigo duplo propósito submetido a dois cortes. Segundo Mundstock e Bredemeier (2002), o afilhamento é dinâmico e responsável por modificar morfológicamente a planta, onde o trigo revela a capacidade de regular a emissão, sobrevivência e a formação de afilhos férteis através das condições bióticas e abióticas do ambiente de cultivo.

Genótipos com duplo propósito ao serem submetidos a dois cortes revelam modificações nas estruturas morfológicas, reduzem a emissão de afilhos totais e afilhos férteis. Estudos de Valério et al. (2009) revelam que o rendimento de grãos em trigo é dependente do aumento de grãos por área, grãos por espiga, e afilhos por planta, desde que, os afilhos supram as necessidades fotossintéticas requeridas pelo colmo principal. Os afilhos quando não autosuficientes caracterizam-se como drenos para a planta e comprometem a dinâmica fisiológica e fotossintética,

influenciando na redução da magnitude de caracteres associados à espiga e a produtividade da cultura. Segundo Alves et al. (2004) os afilhos férteis podem contribuir não somente com o aumento de grãos por planta, mas através do incremento de área foliar, interceptação da radiação solar e acréscimos na taxa de assimilação.

Tabela 3 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito submetido a dois cortes, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Caracteres	Pares canônicos			
	1º	2º	3º	4º
Grupo I				
AF ⁽¹⁾	0,08	-0,41	-0,88	0,19
DAF	-0,35	0,57	0,72	0,09
DCP	0,93	0,09	0,30	0,14
AFF	-0,02	-0,56	0,77	0,28
Grupo II				
ESPM	-0,08	-0,78	0,09	-0,60
PH	0,08	0,29	0,25	-0,92
MMG	0,82	-0,09	0,55	0,04
RG	-0,11	-0,19	0,26	-0,94
NGE	0,62	0,35	-0,47	-0,51
MGE	0,86	0,42	-0,16	-0,19
r*	1,00	0,99	0,99	0,99
α**	<0,01	<0,01	<0,01	>0,06

r*=correlação canônica.

α**= significância.

⁽¹⁾ **AF**=número de afilhos por planta, em unidades, **DAF**= diâmetro do colmo dos afilhos, em mm; **DCP**= diâmetro do colmo principal, em mm; **AFF**= número de afilhos férteis em unidades; **ESPM**= número de espigas por metro quadrado, em unidades; **PH**= peso hectolitro, em g cm⁻³; **MMG**= massa de mil grãos, em gramas; **RG**= rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; **NGE**= número de grãos por espiga, em unidades; **MGE**= massa de grãos por espiga, em gramas.

O 3º par canônico revela coeficiente de correlação de r=0,99 e comprova a relação entre os grupos de caracteres (Tabela 3), desta forma, o incremento do diâmetro do colmo dos afilhos (Grupo I) é determinante ao aumento do peso hectolitro, massa de mil grãos e rendimento de grãos, assim como, redução do número e massa de grãos por espiga (Grupo II), em trigo duplo propósito submetido a dois cortes. O ideótipo para produção de grãos em trigo caracteriza-se como a

manutenção da estrutura reprodutiva do colmo principal, associado a dois ou três afilhos férteis (VALÉRIO et al., 2009). Em contrapartida, genótipos que apresentam elevado potencial de afilhamento, expressam redução do diâmetro do colmo dos afilhos (SIMMONS et al., 1982).

Genótipos com dupla aptidão quando submetidos a dois cortes, revelam afilhos com maior diâmetro do colmo, sendo estes vigorosos e com potencial para serem autosuficientes e formarem estruturas reprodutivas, além de auxiliar fotosinteticamente o colmo principal. Estes resultados são comprovados através de estudos de Martin et al. (2013) onde revelam que o manejo e o número de cortes em trigo duplo propósito resultam na extração e conseqüentemente na redução da área foliar fotossinteticamente ativa, onde causam modificações na dinâmica fisiológica entre as fontes e os drenos, vindo a prejudicar o particionamento dos assimilados na planta. Nestas condições, as espigas formadas revelam menores dimensões, decréscimos ao número de espiguetas por espiga e conseqüentemente grãos por espiga. Em contrapartida, estes afilhos quando vigorosos e combinados a estrutura do colmo principal, incrementam a massa de mil grãos, peso hectolitro e o rendimento de grãos.

O manejo com três cortes em genótipos de trigo com duplo propósito revela ao 1º par canônico coeficiente de correlação $r=1,00$ e justificam as associações entre os grupos de caracteres (Tabela 4). Desta maneira, o incremento do número de afilhos (Grupo I) é determinante ao aumento de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, rendimento de grãos e peso hectolitro (Grupo II). Segundo Bortolini et al. (2004) o trigo duplo propósito ao ser submetido a diferentes cortes, incrementa o peso hectolitro, em contrapartida, reduz a massa de mil grãos.

As associações estabelecidas através destes caracteres podem contribuir para a seleção de genótipos de trigo com duplo propósito, e que estes venham a tolerar maior número de cortes, retirada do limbo foliar, capacidade de rebrote e produção de grãos. A seleção de genótipos que toleram a retirada do limbo foliar pode ser embasada no caráter massa de mil grãos e na magnitude de grãos por espiga, para incrementar o rendimento de grãos (GONDIM et al., 2008).

Estudos de Souza et al. (2013) revelam que a retirada da área foliar em trigo pode comprometer até 20,0% a produção de grãos, e causar o decréscimo do número e massa de grãos dos afilhos. Desta forma, está relação canônica revela

que genótipos com capacidade de emitir afilhos autosuficientes no âmbito fotossintético, podem originar estruturas reprodutivas e incrementar a magnitude de espigas por planta, com intuito de aumentar em número e massa de grãos por planta, e conseqüentemente o rendimento de grãos.

Tabela 4 - Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres morfológicos (Grupo I) e componentes do rendimento de grãos (Grupo II), em cinco genótipos de trigo duplo propósito submetido á três cortes, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Caracteres	Pares canônicos			
	1º	2º	3º	4º
Grupo I				
AF ⁽¹⁾	0,56	-0,32	0,75	-0,03
DAF	-0,21	0,90	-0,01	0,37
DCP	-0,00	0,71	0,70	-0,02
AFF	0,34	0,63	-0,68	-0,11
Grupo II				
ESPM	0,39	0,64	0,02	-0,65
PH	0,65	0,02	0,66	-0,35
MMG	0,73	0,57	0,33	-0,11
RG	0,67	-0,08	-0,73	-0,05
NGE	0,36	-0,18	0,56	-0,72
MGE	0,33	-0,18	-0,46	-0,80
r*	1,00	1,00	0,99	0,99
α**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

r*=correlação canônica.

α**= significância.

⁽¹⁾ **AF**=número de afilhos por planta, em unidades, **DAF**= diâmetro do colmo dos afilhos, em mm; **DCP**= diâmetro do colmo principal, em mm; **AFF**= número de afilhos férteis em unidades; **ESPM**= número de espigas por metro quadrado, em unidades; **PH**= peso hectolitro, em g cm⁻³; **MMG**= massa de mil grãos, em gramas; **RG**= rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; **NGE**= número de grãos por espiga, em unidades; **MGE**= massa de grãos por espiga, em gramas.

O 2º par canônico apresenta coeficiente de correlação r=1,00 e comprova as associações entre grupos de caracteres (Tabela 4). Desta forma, o aumento do número de afilhos férteis (Grupo I), é determinante ao incremento do número de espigas por metro quadrado e massa de mil grãos, assim como, a redução do número e massa de grãos por espiga (Grupo II), em trigo duplo propósito submetido a três cortes. Segundo Vieira et al. (2007) a magnitude de afilhos férteis em trigo revelam efeitos diretos elevados e positivos ao rendimento de grãos.

Esta relação canônica demonstra que a seleção de genótipos superiores pode ser direcionada para plantas que apresentam maior sobrevivência e formação de afilhos férteis quando submetidas a três cortes, com a finalidade de incrementar a magnitude de espigas por planta e por área. Estudos revelam que a sobrevivência dos afilhos é associada à qualidade e quantidade de luz incidida sobre o dossel, competição inter e intra-específica com plantas, e aos manejos empregados na cultura (VALÉRIO et al., 2009).

O 3º par canônico apresenta coeficiente de correlação $r=0,99$ e comprova as relações entre os grupos de caracteres (Tabela 4). Desta forma, o incremento do diâmetro do colmo principal (Grupo I) é determinante ao aumento do número de grãos na espiga, massa de mil grãos e peso hectolitro, assim como, a menor massa de grãos por espiga e rendimento de grãos (Grupo II), em genótipos de trigo duplo propósito submetidos a três cortes. Segundo Souza et al. (2013) associações são estabelecidas entre o diâmetro do colmo e o armazenamento de assimilados, com a finalidade de utilizar futuramente esta reserva para auxiliar a demanda energética no enchimento de grãos.

A seleção baseada no diâmetro do colmo principal pode ser realizada no manejo de três cortes, desde que o intuito seja incrementar o número de grãos na espiga, massa de mil grãos e peso hectolitro, não fazendo referência ao rendimento de grãos. Ao realizar três manejos de corte em trigo, danos ao mecanismo fisiológico são causados através do sucessivo desfolhamento, comprometendo a recomposição da área foliar, com redução da taxa fotossintética, produção de fotoassimilados, e o armazenamento nas estruturas de reserva (TAIZ e ZEIGER, 2004). Estudos realizados por Blum et al. (1998) evidenciam que o acúmulo de assimilados no colmo é essencial para a manutenção do potencial produtivo do trigo.

O 4º par canônico revela coeficiente de correlação de $r=0,99$ onde demonstra as relações entre os grupos de caracteres (Tabela 4). Desta maneira, o incremento do diâmetro do colmo dos afilhos (Grupo I), é determinante para a redução da magnitude de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos e peso hectolitro (Grupo II). Em trigo duplo propósito quando este é submetido a três cortes, a seleção embasada no caráter diâmetro do colmo dos afilhos não revela sucesso para o incremento dos caracteres vinculados ao rendimento de grãos.

As associações estabelecidas entre os grupos de caracteres morfológicos (Grupo I) e os caracteres vinculados aos componentes de rendimento (Grupo II), mostram-se eficientes para seleção de genótipos superiores em cada manejo de corte. Desta maneira, as correlações canônicas apresentam grande contribuição ao melhoramento genético visando obter genótipos com duplo propósito, por esclarecer a contribuição de cada caráter em determinado manejo de corte.

3.4 Conclusão

Os grupos de caracteres morfológicos e do rendimento de grãos em trigo duplo propósito revelam relações altamente significativas.

No manejo sem cortes e com um corte, associações são estabelecidas similarmente para ambos os grupos, através do aumento do diâmetro do colmo principal, sendo determinante ao acréscimo do número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos.

Com dois cortes as associações são estabelecidas através do diâmetro do colmo dos afilhos, que influencia o aumento da massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos.

Com três cortes evidencia-se que o aumento do número de afilhos por planta incrementam o número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos.

3.5 Referências bibliográficas

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.3, p. 393-400, 2001.

ALVES, A. C.; ALMEIDA, M. L.; LIN, S. S.; VOGT, G. A. Emissão do afilhos do coleóptilo em genótipos de aveia e em diferentes condições de estresses e manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.2, p. 385-391, 2004.

BATISTA, F. P. S.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; VILELA, L. Indicadores microbiológicos do solo sob influência do cultivo de trigo com duplo propósito. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n.1, p. 401-410. 2014.

BORTOLINI, P. C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P. C. F., MORAES, A. Cereais de Inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n.1, p. 45-50, 2004.

BLUM, A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. **Euphytica**, Wageningen, v. 100, n. 1, p. 77-83. 1998.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F.; AZEVEDO, R. Correlações Canônicas: II - Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n.1, p. 31-35, 2000.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, Viçosa, Brasil, 2012, 514p.

FALQUETO, A. R.; CASSOL, D.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n.3, p. 563-571, 2009.

FIOREZE, S. L.; RODRIGUES, J. D. Perfilhamento do trigo em Função da aplicação de regulador vegetal, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, Dois irmãos, v.7, n.1, p.750-755, 2012.

GONDIM, T. C. O.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, C. S.; MIRANDA, G. V. Análise de trilha para componentes de rendimento e caracteres agrônômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.487-493, 2008.

MARTIN, T. N.; STORK, L.; BENIN, G.; SIMIONATTO, C. C.; ORTIZ, S. Importância da relação entre caracteres em trigo duplo propósito no melhoramento da cultura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n.6, p.1932-1940. 2013.

MARTIN, T. N.; SIMIONATTO, C. C.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; HASTENPFLUG, M.; ZLECH, M. F.; SOARES, A. B. Fitomorfologia e produção de cultivares de trigo duplo propósito em diferentes manejos de corte e densidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.8, p. 1695-1701, 2010.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, Secretaria de Agricultura, 1961, 42p.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Dinâmica do afilamento afetada pela disponibilidade de nitrogênio e sua influência na produção de espigas e grãos em trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n.1, p. 141-149, 2002.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Crop Science**, Madison, v.192, n.4, p.10-16, 2006.

SANTOS, H. P; MUNDSTOCK, C. Parâmetros da habilidade competitiva no estabelecimento de populações caracterizam o potencial de produção individual em trigo e aveia. **Revista de Botânica**, São Paulo, v.25, n.1, p.43-53, 2002.

SIMMONS, S. R.; RASMUSSSON, D. C.; WIERSMA, J. V. Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. **Crop Science**, Madison, v. 22, n. 4, p. 801- 805, 1982.

SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; BONATTO, G. O.; BAHRY, C.; CARON, B. O.; ZIMMER, P. D. SCHMIDT, D. Desfolha em diferentes estádios fenológicos sobre características agrônômicas em trigo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n.1, p. 1905/6-1911, 2013.

SILVA, S. A.; CARVALHO, F. I. F.; NEDEL, J. L.; SILVA, J. A. G.; CAETANO, V. R.; HARTWING, I.; SOUSA, C. S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo (*Triticum aestivum* L.). **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.2, p.191-196, 2005.

SILVEIRA, G.; CARVALHO, F. I. F.; COSTA de OLIVEIRA, A.; VALÉRIO, I. P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H. S.; SILVA, J. A. G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n.1, p.67-70, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição. Editora Artmed, 2004, 719 p.

TAVARES, M.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n.1, p. 41-47, 1999.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; MAIA, L. C.; SILVA, J. A. G.; SCHMIDT, D. A. M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina**, Londrina, v. 30, n.4, p. 1207-1218, 2009.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWING, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.3, p. 319-326, 2008.

VIEIRA, E. A.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, L. F.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G.; COIMBRA, J. L. M.; MARTINS, A. F.; CARVALHO, M. F.; RIBEIRO, G. Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n.4, p. 169-174, 2007.

CAPÍTULO III

4 ASSOCIAÇÕES FENOTÍPICAS PARA CARACTERES FORRAGEIROS E BROMATOLÓGICOS EM TRIGO DUPLO PROPÓSITO

RESUMO: O trigo destinado ao duplo propósito fornece carboidratos, proteínas, lipídios, minerais, fibras e vitaminas, sendo fonte energética aos animais através dos grãos e da produção forrageira. O objetivo deste trabalho foi determinar as associações fenotípicas de causa e efeito entre caracteres forrageiros e bromatológicos de trigo duplo propósito submetido a diferentes manejos de corte. Os experimentos foram realizados em 2013 e 2014 em Frederico Westphalen – RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso organizado em esquema fatorial, genótipos x manejos de corte, considerando cinco genótipos e três manejos de corte, dispostos em três repetições. Os genótipos de trigo duplo propósito utilizados foram: BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu e BRS 277. Os manejos de corte empregados foram: primeiro corte, segundo corte e terceiro corte. A seleção indireta visando incrementar o percentual de proteína bruta no primeiro corte pode ser baseada no percentual de carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e rendimento de massa verde por hectare. O segundo corte proporciona a seleção indireta com percentual de lignina, carboidratos não fibrosos, rendimento de massa verde e seca por hectare. O incremento de proteína bruta no terceiro corte poderá ser obtido através da seleção indireta com o percentual de fibra em detergente ácido, celulose, lignina, material mineral, rendimento de massa verde e seca por hectare. A seleção indireta através dos caracteres forrageiros e bromatológicos pode ser realizada com sucesso, desde que considere o efeito atribuído a cada manejo de corte.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., Seleção indireta, Dupla aptidão, Análise de trilha.

PHENOTYPIC ASSOCIATIONS FOR FORAGE AND BROMATOLOGIC TRAITS IN DUAL PURPOSE WHEAT

ABSTRACT: Wheat for the dual purpose provides carbohydrates, proteins, lipids, minerals, fiber and vitamins, and energy source to animals through grain and forage production. The aim of this study was to determine the phenotypic relationships of cause and effect between forage and bromatologic traits of dual purpose wheat under different cutting managements. The experiments were conducted in 2013 and 2014 in Frederico Westphalen - RS. The experimental design was randomized

blocks arranged in a factorial design, genotype x cutting managements, considering five genotypes and three cutting managements, arranged in three replications. The dual purpose wheat genotypes were: BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu and BRS 277. The cutting managements used were: first cut, second cut and third cut. The indirect selection aimed at increasing the crude protein percentage in the first cut can be based on the percentage of total carbohydrates, no fiber carbohydrates, and green mass yield per hectare. The second section provides indirect selection with a percentage of lignin, non-fibrous carbohydrates, green and dry mass yield per hectare. The increase of crude protein in the third cut can be obtained by indirect selection with fiber percentage in acid detergent, cellulose, lignin, material mineral, green and dry mass yield per hectare. Indirect selection through forage characters and bromatologic can be successful, since it considers the effect assigned to each cutting management.

Key words: *Triticum aestivum* L., Indirect selection, Dual release, Path analysis.

4.1 Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) destinado ao duplo propósito permite reunir características como, fornecimento de carboidratos, proteínas, lipídios, minerais, fibras e vitaminas, sendo fonte energética aos animais, tanto através dos grãos como pela produção forrageira. O cultivo de trigo duplo propósito permite lograr as adversidades intrínsecas ao sistema produtivo, por possuir rápido desenvolvimento, alta produção forrageira e qualidade bromatológica, desta maneira, os efeitos do vazio forrageiro podem ser minimizados, através de genótipos altamente produtivos conciliados às estratégias de integração lavoura-pecuária, aperfeiçoando a propriedade rural (MARTIN et al., 2013).

Diante da necessidade de disponibilizar genótipos que reúnam maior rendimento forrageiro e elevadas proporções de proteína bruta, é fundamental compreender as inter-relações entre os caracteres vinculados ao âmbito forrageiro e o valor bromatológico. Desta forma, para elucidar as ações de causa e efeito dos coeficientes de correlação nos caracteres envolvidos, realiza-se a partição em efeitos diretos e indiretos por meio da análise de trilha (WIGHT, 1921).

O desdobramento das associações entre os caracteres permite quantificar a contribuição de cada caráter ao percentual de proteína bruta, e evidenciar os efeitos fenotípicos atribuídos a cada manejo de corte. Desta maneira, podem-se inferir estratégias viáveis de seleção indireta, visando genótipos que atendam as

necessidades forrageiras e bromatológicas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar às associações fenotípicas de causa e efeito entre caracteres forrageiros e bromatológicos de trigo duplo propósito submetido a diferentes manejos de corte.

4.2 Material e métodos

Os experimentos foram realizados nas safras agrícolas de 2013 e 2014 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen - RS, no Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas. As coordenadas correspondem a latitude de 27° 39' 56" S e longitude de 53° 42' 94" O, com altitude de 490 metros. O solo classifica-se como Latossolo Vermelho Alumino Férrico, e o clima é caracterizado por Köppen como Cfa e subtropical (MORENO, 1961).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso organizado em esquema fatorial, genótipos x manejos de corte, considerando cinco genótipos e três manejos de corte, os tratamentos foram dispostos em três repetições. Os genótipos de trigo duplo propósito utilizados foram: BRS Tarumã, BRS Umbu, BRS Figueira, BRS Guatambu e BRS 277. Os manejos de corte empregados foram: primeiro corte, segundo corte e terceiro corte. O critério utilizado para a realização dos cortes baseou-se, quando as plantas atingiram altura média de 0,30 metros do nível do solo até a última folha completamente expandida, desta maneira, procedeu-se o corte manual de toda a unidade experimental na altura de 0,10 metros do nível do solo.

Cada unidade experimental foi composta por 12 linhas espaçadas por 0,17 metros e 2,00 metros de comprimento. A densidade populacional empregada para todos os genótipos de trigo duplo propósito foi de 3.000.000 plantas por hectare (ha^{-1}). Em ambas às safras agrícolas foi realizada a semeadura direta dos tratamentos, com adubação de base de 250 Kg ha^{-1} de N-P-K na formulação (10-20-20), por cobertura aplicou-se um total de 90 Kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de ureia, parcelados em pleno afilamento e após cada corte. O controle de insetos-praga e doenças foi realizado de maneira preventiva. As avaliações e amostragens foram

feitas nas linhas centrais de cada unidade experimental, desprezando 0,50 metros nas extremidades, com intuito de reduzir os efeitos de bordadura.

Os caracteres avaliados foram:

Massa verde por hectare (MV): amostraram-se as plantas contidas em 0,25 m² no centro de cada unidade experimental, após coleta, aferiu-se a massa em balança de precisão, o resultado obtido foi ajustado para Kg ha⁻¹.

Massa seca por hectare (MS): a amostra coletada foi submetida à secagem em estufa com ventilação forçada a 65 °C por sete dias, após determinou-se a massa em balança de precisão, o resultado obtido foi ajustado para Kg ha⁻¹.

Percentual de hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e material mineral (MM) foram determinadas através das metodologias propostas por Silva e Queiroz (2006).

Percentual de fibras em detergente neutro (FDN): as amostras foram submetidas à autoclavagem com detergente neutro a 110°C durante 40 minutos, seguiu-se a metodologia de Senger et al. (2008).

Percentual de fibras em detergente ácido (FDA): obtido através do resíduo da FDN, sendo este autoclavado em detergente ácido a 110°C durante 40 minutos, seguiu-se metodologia de Senger et al. (2008).

Percentual de lignina (LIG): aferido através das técnicas propostas por Robertson e Van Soest (1981).

Percentual de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF), obtidos indiretamente através da metodologia proposta por Sniffen et al. (1992).

Percentual de proteína bruta (PB): aferido através da metodologia proposta por Nogueira e Souza (2005).

Percentual de lipídios (LIP): determinado através da técnica proposta por Bling e Dyer (1959).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual com intuito de verificar a homogeneidade das variâncias. Para os genótipos de trigo duplo propósito realizou-se a análise conjunta de todos os manejos de corte, para confeccionar a correlação linear de Pearson, posteriormente os manejos de cortes foram desmembrados aos efeitos diretos e indiretos pela análise de trilha fenotípica.

Para a análise de trilha as estimativas dos efeitos diretos e indiretos foram realizados considerando o seguinte modelo estatístico: $y = p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n + p_eu$, onde y = variável dependente percentual de proteína bruta; x_1, x_2, \dots, x_n : variáveis explicativas; p_1, p_2, \dots, p_n : coeficientes de trilha.

As estimativas dos coeficientes de trilha foram estimados baseando-se no sistema de equações $X'X\beta = X'Y$, sendo;

$$X'Y = \begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ \vdots \\ r_{ny} \end{pmatrix}, X'X = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{12} & 1 & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{1n} & r_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \text{ e } \beta = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix}$$

Desta forma, realizando a decomposição da correlação entre a variável dependente e as variáveis explicativas da seguinte forma (CRUZ et al., 2004):

$$r_{1y} = p_1 + p_2 r_{12} + \dots + p_n r_{1n}$$

$$r_{2y} = p_1 r_{12} + p_2 + \dots + p_n r_{2n}$$

...

$$r_{ny} = p_1 r_{1n} + p_n + \dots + p_n$$

$$r_{iy} = p_i + \sum_{j \neq i}^n p_j r_{ij}$$

Onde:

r_{iy} : correlação entre a variável principal selecionando pelo pesquisador (y) e a i-ésima variável explicativa;

p_i : medida do efeito direto da variável i sobre a variável principal;

$p_i r_{ij}$: medida do efeito indireto da variável i, via variável j, sobre a variável principal.

Conforme Cruz et al. (2004) quando a exclusão das variáveis não é desejada pelo pesquisador, adota-se procedimentos semelhante a análise de regressão em crista. Nesta metodologia, admite-se que na presença de multicolinearidade, o estimador de mínimos quadrados obtido de $X'Y$, pode estar vinculado a variâncias muito elevadas. Este efeito adverso pode modificar ligeiramente o sistema de equações normais com introdução da constante K na diagonal da matriz $X'X$. Desta forma, os coeficientes de trilha foram obtidos: $(X'X + KI) \sigma = X'Y$;

$$\sigma = \begin{bmatrix} p_1^* \\ p_2^* \\ \dots \\ p_n^* \end{bmatrix}$$

Com a inclusão da constante K a decomposição da correlação entre as variáveis explicativas e a variável básica é dada por:

$$r_{1y} = (1+K)p_1^* + p_2^*r_{12} + \dots + p_n^*r_{1n}$$

$$r_{2y} = p_1^*r_{12} + (1+K)p_2^* + \dots + p_n^*r_{2n}$$

...

$$r_{ny} = p_1^*r_{1n} + p_2^*r_{n2} + \dots + (1+K)p_n^*$$

Assim, tem-se:

$$r_{iy} = (1+K)p_{1i}^* + \sum_{j \neq i}^n p_j^* r_{ij}$$

Para o valor de K foram considerados valores de 0 a 1, onde Cruz et al. (1997), ressaltam que entre os valores deve-se optar pelo menor valor da constante, para o qual a maioria dos coeficientes de trilha, vinculados aos vários caracteres estejam estabilizados. A determinação do diagrama de trilha foi dada por:

$$R^2 = p_1r_{1y} + p_2r_{2y} + \dots + p_nr_{ny}$$

O efeito residual foi estimado através:

$$\rho_\varepsilon = \sqrt{1-R^2}$$

Para confecção das análises utilizou-se o software estatístico Genes (CRUZ, 2013).

4.3 Resultados e discussões

A análise de variância conjunta para a correlação linear de Pearson (Tabela 5) e as análises de variâncias individuais para o primeiro corte (Tabela 6), segundo corte (Tabela 7) e terceiro corte (Tabela 8) revelaram que todos os caracteres apresentam diferenças significativas a 5,00% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). A estimativa da correlação linear de Pearson (Tabela 5) composta por todos os

maneios de corte teve o intuito de revelar a magnitude e o sentido das associações entre os caracteres forrageiros e bromatológicos em genótipos de trigo com duplo propósito.

A correlação linear de Pearson realizada para 12 caracteres (Tabela 5) revelou 66 associações, onde 35 são significativas. Em relação ao caráter percentual de lipídios (LIP) coeficiente de correlação positivo é revelado com CNF ($r=0,53$), e negativos com os caracteres FDN ($r=-0,63$), FDA ($r=-0,65$), LIG ($r=-0,23$), HEM ($r=-0,55$), CEL ($r=-0,71$), CT ($r=-0,42$) e MS ($r=-0,62$). Estudos de Oliveira et al. (2007) revelam que o incremento de lipídios na alimentação dos ruminantes contribui ao metabolismo digestivo, no aproveitamento e quantidade da proteína ingerida.

Tabela 5 - Estimativas da correlação linear de Pearson para 12 caracteres forrageiros e bromatológicos em cinco genótipos de trigo duplo propósito, Frederico Westphalen – RS, 2015.

	LIP	FDN	FDA	LIG	HEM	CEL	MM	PTN	CT	CNF	MV	MS
LIP ⁽¹⁾	-	-0,63*	-0,65*	-0,23	-0,55*	-0,71*	0,18	-0,10	-0,42*	0,53*	-0,04	-0,62*
FDN		-	0,92*	0,46*	0,97*	0,90*	-0,23	-0,10	0,42*	-0,94*	-0,16	0,75*
FDA			-	0,54*	0,82*	0,95*	-0,20	-0,03	0,38*	-0,87*	-0,03	0,81*
LIG				-	0,36*	0,34*	-0,23	0,04	0,23	-0,42*	-0,06	0,40*
HEM					-	0,81*	-0,26	-0,12	0,42*	-0,90*	-0,24	0,66*
CEL						-	-0,2	-0,05	0,42*	-0,83*	0,00	0,83*
MM							-	0,15	-0,87*	-0,06	0,24	-0,15
PTN								-	-0,48*	-0,06	0,09	0,06
CT									-	-0,09	-0,21	0,29*
CNF										-	0,09	-0,71*
MV											-	0,20
MS												-

* coeficientes de correlação linear de Pearson ($n=90$) significativo a 5,00% de probabilidade de erro.

⁽¹⁾ **LIP**: percentual de lipídios; **FDN**: percentual de fibras em detergente neutro; **FDA**: percentual de fibras em detergente ácido; **LIG**: percentual de lignina; **HEM**: percentual de hemicelulose; **CEL**: percentual de celulose; **MM**: percentual de material mineral; **PTN**: percentual de proteína bruta; **CT**: percentual de carboidratos totais; **CNF**: percentual de carboidratos não fibrosos; **MV**: rendimento de massa verde por hectare, em Kg ha^{-1} ; **MS**: rendimento de massa seca por hectare, em Kg ha^{-1} .

O percentual de fibras em detergente neutro (FDN) revela coeficientes de correlação positivos com FDA ($r=0,92$), LIG ($r=0,46$), HEM ($r=0,97$), CEL ($r=0,90$), CT ($r=0,42$) e MS ($r=0,75$), e negativos com os caracteres CNF ($r=-0,94$). Em relação ao percentual de fibras em detergente ácido (FDA) observam-se correlações positivas da LIG ($r=0,54$), HEM ($r=0,82$), CEL ($r=0,95$), CT ($r=0,38$) e MS ($r=0,81$),

em contrapartida associações negativas são evidenciadas com o CNF ($r=-0,87$). Desta forma, a quantidade de fibras da forrageira é determinante para a dinâmica ruminal, onde define o ponto de sacies do animal, influencia no aproveitamento protéico, e na eficiência do balanço nutricional (LAZZARINI et al., 2009).

Em relação ao percentual de lignina (LIG) correlação positiva pode ser observada com a HEM ($r=0,36$), CEL ($r=0,34$) e MS ($r=0,40$), em contrapartida, coeficientes negativos são revelados com CNF ($r=-0,42$). A hemicelulose (HEM) evidencia associações positivas com a CEL ($r=0,81$), CT ($r=0,42$) e MS ($r=0,66$), e negativas com o CNF ($r=-0,90$). O percentual de celulose (CEL) revela coeficientes de correlação positivos com CT ($r=0,42$) e MS ($r=0,83$), e negativos com CNF ($r=-0,83$). A constituição de lignina, celulose e hemicelulose estão relacionadas à espécie forrageira, estágio de desenvolvimento do tecido vegetal e condições climáticas, onde o incremento da magnitude destes caracteres é inversamente proporcional a digestibilidade dos ruminantes (CAMPOS et al., 2001). O percentual de material mineral (MM) e proteína bruta (PTN) revelam coeficientes de correlação negativos ($r=-0,87$) e ($r=-0,48$) respectivamente, ao caráter CT.

As associações fenotípicas de causa e efeito foram realizadas com a fixação do percentual de proteína bruta (PTN) como caráter dependente, e os demais caracteres considerados como explicativos. Os genótipos de trigo com duplo propósito ao serem submetidos ao primeiro corte (Tabela 6) revelam ao caráter percentual de lipídios efeito direto intermediário e negativo ao caráter principal. Os efeitos indiretos evidenciam-se baixos e positivos com os caracteres FDA, CEL, MM, CT e MS, assim como, efeito baixo e negativo com o caráter MV.

Desta maneira, genótipos de trigo com dupla aptidão ao revelarem altos rendimentos de massa seca por hectare, incrementam a constituição de fibras digestíveis e estruturais como a celulose, em contrapartida, maiores proporções de minerais e carboidratos totais são associados ao tecido vegetal. Nestas condições, as proporções lipídicas apresentam relações inversas ao percentual protéico da forragem. Estudos revelam que a seleção de genótipos adequados ao âmbito forrageiro deve ser embasada ao elevado rendimento de massa seca por unidade de área, alta proporção protéica e adequada aceitação pelos animais (PARIZ et al., 2010). A correlação total revela-se ($r=0,15$) baixa e positiva, e justifica que o sentido e a magnitude são atribuídos aos caracteres explicativos.

As proporções fibrosas em uma forrageira são compostas por carboidratos de digestão lenta, sendo extremamente necessários para regular a magnitude dos alimentos ingeridos, mastigação, salivação e ruminação (BRANCO et al., 2011). Em relação ao caráter percentual de fibras em detergente neutro (FDN) e fibras em detergente ácido (FDA), observam-se efeito direto (Tabela 6) baixo e negativo em relação a PTN. O caráter FDN revela efeitos indiretos baixos e negativos com CNF. Em contrapartida, o caráter FDA evidencia efeito indireto intermediário e positivo, baixo e positivo com LIP e MV, respectivamente. Efeitos indiretos altos e negativos são evidenciados com o caráter LIG, baixos e negativos via CEL, MM, CT, CNF e MS.

Tabela 6 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos fenotípicos em onze caracteres forrageiros e bromatológicos sobre o percentual de proteína bruta (PTN), oriundos de cinco genótipos de trigo com duplo propósito, submetidos ao primeiro corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Efeitos	Caracteres explicativos										
	LIP	FDN	FDA	LIG	HEM	CEL	MM	CT	CNF	MV	MS
Direto	-0,70	-0,13	-0,14	-0,10	-0,13	-0,37	-0,27	0,32	0,23	0,19	-0,26
Ind.via LIP ⁽¹⁾	-	0,08	0,59	0,54	-0,40	0,54	0,41	-0,35	-0,23	0,50	0,51
Ind.via FDN	0,01	-	-0,03	-0,07	-0,09	-0,01	-0,03	0,03	0,12	-0,12	0,03
Ind. via FDA	0,11	-0,04	-	-0,13	0,07	-0,13	-0,08	0,07	0,06	-0,08	-0,12
Ind.via LIG	0,07	-0,05	-0,95	-	0,02	-0,08	-0,05	0,04	0,06	-0,05	-0,06
Ind.via HEM	-0,07	-0,08	0,06	0,02	-	0,08	0,03	-0,03	0,05	0,05	0,11
Ind.via CEL	0,29	-0,04	-0,36	-0,32	0,23	-	-0,25	0,21	0,13	-0,23	-0,35
Ind.via MM	0,16	-0,07	-0,17	-0,16	0,07	-0,18	-	0,27	0,18	-0,26	-0,13
Ind.via CT	0,16	-0,07	-0,16	-0,15	0,07	-0,18	-0,32	-	0,20	-0,30	-0,12
Ind.via CNF	0,07	-0,21	-0,10	-0,15	-0,10	-0,08	-0,15	0,14	-	-0,11	0,00
Ind.via MV	-0,14	0,01	0,11	0,09	-0,08	0,11	0,18	-0,18	-0,09	-	0,09
Ind.via MS	0,19	0,06	-0,23	-0,17	0,22	-0,24	-0,12	0,10	-0,00	-0,13	-
Total (r)	0,15	-0,57	-0,55	-0,62	-0,11	-0,59	-0,69	0,66	0,75	-0,42	-0,33
Coef. de determinação							0,94				
Valor de K usado na análise							0,04				
Efeito da variável residual							0,24				
Determinante da matriz							6,51				

⁽¹⁾**LIP**: percentual de lipídios; **FDN**: percentual de fibras em detergente neutro; **FDA**: percentual de fibras em detergente ácido; **LIG**: percentual de lignina; **HEM**: percentual de hemicelulose; **CEL**: percentual de celulose; **MM**: percentual de material mineral; **PTN**: percentual de proteína bruta; **CT**: percentual de carboidratos totais; **CNF**: percentual de carboidratos não fibrosos; **MV**: rendimento de massa verde por hectare, em Kg ha⁻¹; **MS**: rendimento de massa seca por hectare, em Kg ha⁻¹.

Desta forma, as associações entre os caracteres forrageiros e bromatológicos revelam que genótipos com maior magnitude de proteína bruta no tecido vegetal, devem evidenciar menor proporção de fibras solúveis, fibras estruturais e constituição lipídica, em contrapartida, maiores magnitudes em minerais, carboidratos totais e não fibrosos, além de alto rendimento de massa seca por hectare. A correlação total evidencia-se ($r=-0,57$) e ($r=-0,55$) intermediária e negativa para FDN e FDA respectivamente, representando a relação inversa dos caracteres com a proteína bruta da forrageira. Estudos de Maranhão et al. (2009), demonstram que a qualidade bromatológica de uma forrageira esta intimamente relacionada com maiores proporções de proteína bruta e menor magnitude de fibras.

A constituição celular em uma planta forrageira apresenta notória importância, pois a parede celular é composta por frações de celulose, hemicelulose e lignina, a interação destas frações determina a digestibilidade da forrageira (FERNANDES et al., 2009). Desta forma, o percentual de celulose, hemicelulose e lignina evidenciam efeitos diretos baixos e negativos ao caráter PTN (Tabela 6). Estudos de Mourão et al. (2009) relatam que as proporções de polissacarídeos não amiláceos e estruturais em trigo, caracterizam a digestibilidade e a qualidade bromatológica da forragem.

Os efeitos indiretos dos caracteres LIG e CEL, revelam-se intermediários e positivos com LIP, baixos e negativos com os caracteres MM, CT, CNF e MS. Em contrapartida, efeitos indiretos do caráter HEM revela-se intermediário e negativo, baixos e positivos com CEL e MS. Desta maneira, genótipos de trigo para duplo propósito submetidos ao primeiro corte quando selecionados para maior rendimento forrageiro, devem considerar o incremento na proporção de polissacarídeos estruturais na parede celular, principalmente celulose e lignina, o que resulta no decréscimo do teor protéico e carboidratos amiláceos, sendo estes componentes de interesse ao âmbito forrageiro. As correlações totais revelam-se ($r=-0,62$), ($r=-0,52$) e ($r=-0,10$) negativas para LIG, HEM e CEL respectivamente, onde justifica as relações inversas das frações da parede celular com o conteúdo protéico da forrageira.

A planta forrageira apresenta-se essencial para a dinâmica de nutrientes, onde os minerais presentes no solo são carregados e acumulados nas plantas, e posteriormente são disponibilizados aos animais através da forragem (HERINGER e JACQUES, 2002). Em relação ao efeito direto do percentual de material mineral (MM) observam-se baixos e negativos ao caráter PTN (Tabela 2). E indiretos

intermediários e positivos com LIP, e baixos e positivos com MV. Efeitos indiretos baixos e negativos são expressos aos caracteres CEL, CT e MS. As associações fenotípicas revelam que a seleção de genótipos com elevada produção de matéria seca, evidencia redução no acúmulo de minerais pelos tecidos, em contrapartida, incrementam a constituição protéica, carboidratos amiláceos e estruturais. A correlação total revela-se ($r=-0,69$) intermediária e negativa, demonstrando a relação inversa do acúmulo de minerais, com o teor de proteína bruta no tecido vegetal.

Os carboidratos são caracterizados como polissacarídeos de fração fibrosa e não fibrosa. A proporção fibrosa reúne fibras e constituintes da parede celular, quando não fibrosos compreendem amidos e açúcares. A interação entre os polissacarídeos estruturais e não estruturais contribui à ingestão, mastigação, salivação e funcionalidade do rúmen (WANDERLEY et al., 2002). O percentual de carboidratos totais (CT) e não fibrosos (CNF) revelam efeito direto baixo e positivo à PTN (Tabela 2). E efeitos indiretos baixos e positivos com os caracteres FDN, CEL, MM e MS, baixos e negativos com LIP e MV.

Ao proceder à seleção indireta em trigo com duplo propósito para elevada proporção protéica e rendimento forrageiro, as inter-relações entre os caracteres bromatológicos possibilitará obtenção de indivíduos superiores em carboidratos amiláceos e estruturais, além de adequada fração de fibras e minerais no tecido vegetal. A correlação total revela-se ($r=0,66$) e ($r=0,75$) intermediária e positiva para os caracteres CT e CNF respectivamente, e comprova as associações entre o incremento de carboidratos e a constituição protéica de trigo duplo propósito submetido ao primeiro corte.

O rendimento de massa verde por hectare (MV) revela efeito direto baixo e positivo ao caráter PTN (Tabela 6). Indiretamente observam-se efeito intermediário e positivo com o caráter LIP, e baixos e negativos com os caracteres FDN, CEL, MM, CNF, CT e MS. Ao proceder à seleção indireta em genótipos com elevada produção de massa verde para o primeiro corte, as associações fenotípicas revelam o incremento na fração protéica e lipídica da forragem, em contrapartida, evidencia-se redução das proporções fibrosas, minerais, polissacarídeos estruturais e amiláceos. A correlação total revela-se ($r=-0,42$) intermediária negativa, a relação inversa é expressa entre o MV e a PTN, é justificável devido ao grande número de efeitos indiretos negativos envolvidos na explicação do caráter.

O rendimento de massa seca por hectare (MS) é considerado um dos caracteres forrageiros importantes para a escolha do genótipo a ser utilizado, desta maneira, o efeito direto é baixo e negativo ao caráter PTN (Tabela 6). Os efeitos indiretos revelam-se intermediários e positivos ao LIP, baixo e positivo com HEM. Em contrapartida, efeitos indiretos baixos e negativos são expressos com FDA, CEL, MM e CT. A seleção ao ser direcionada para genótipos com elevada produção de massa seca no primeiro corte, acarretará em menores evidências da fração protéica, mineral, e de carboidratos não estruturais, com isso haverá incremento da hemicelulose e lipídios. A correlação total revela-se ($r=-0,33$) baixa e negativa entre o rendimento forrageiro de massa seca e a proporção protéica.

As associações fenotípicas para os genótipos de trigo com duplo propósito ao serem submetidos ao segundo corte (Tabela 7) revelam efeito direto baixo e negativo do percentual de lipídios (LIP) ao caráter PTN. Os efeitos indiretos revelam-se baixos e positivos com os caracteres LIG e CEL, baixos e negativos com MV e MS. Genótipos de trigo duplo propósito submetidos ao segundo corte, revelam que a fração protéica é inversamente proporcional a fração lipídica, nestas condições, evidenciam menores rendimentos forrageiros, com acréscimos aos polissacarídeos estruturais principalmente a celulose e lignina.

Estudos revelam que o número de cortes causa o prolongamento do período vegetativo da forrageira, indiretamente reduz a digestibilidade, e modifica a organização citoplasmática, causando o decréscimo da fração protéica, lipídica e amilácea (PRIMAVERI et al., 2001). A correlação total revela-se ($r=-0,17$) baixa e negativa, e comprova a tendência de haver relação inversa entre o caráter dependente e os efeitos dos caracteres explicativos.

O percentual de fibras em detergente neutro (FDN) e fibras em detergente ácido (FDA) revelam efeitos diretos baixos e negativos ao caráter PTN (Tabela 7). Os efeitos indiretos apresentam-se baixos e positivos para MV e MS, e baixos e negativos com HEM, CEL, CT e CNF. Os resultados revelam que a seleção indireta de genótipos para elevado percentual de proteína bruta no segundo corte, pode ser procedida por meio dos caracteres vinculados ao rendimento de massa verde e seca, em contrapartida, obter plantas com menor fração fibrosa e polissacarídeos amiláceos.

Estudos de Kurek et al. (2001) revelam que a seleção indireta é uma ferramenta eficaz para o melhoramento genético, principalmente por auxiliar na

seleção de caracteres de difícil mensuração, altamente influenciáveis ao ambiente e de baixa herdabilidade. A correlação total revela-se ($r=-0,76$) e ($r=-0,61$) intermediária e negativa, e justifica a relação inversa entre a proporção de fibras e o percentual de proteína em trigo duplo propósito. As magnitudes das correlações foram estabelecidas por Carvalho et al. (2004) que define como, nula ($r=0,00$), fraca ou baixa ($r=0,00$ a $0,30$), média ou intermediária ($r=0,30$ a $0,60$), e forte ou alta ($r=0,60$ a $1,00$).

Tabela 7 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos fenotípicos em onze caracteres forrageiros e bromatológicos sobre o percentual de proteína bruta (PTN), oriundos de cinco genótipos de trigo com duplo propósito, submetidos ao segundo corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Efeitos	Caracteres explicativos											
	LIP	FDN	FDA	LIG	HEM	CEL	MM	CT	CNF	MV	MS	
Direto	-0,23	-0,26	-0,14	0,25	-0,35	-0,23	-0,01	-0,26	0,21	0,14	0,55	
Ind. via LIP	-	0,07	0,08	-0,13	0,05	0,13	0,02	0,03	-0,10	0,18	0,18	
Ind. via FDN	0,08	-	-0,25	-0,09	-0,26	-0,24	0,19	-0,24	0,23	-0,20	-0,17	
Ind. via FDA	0,05	-0,13	-	-0,05	-0,12	-0,13	0,11	-0,13	0,09	-0,10	-0,10	
Ind. via LIG	0,14	0,08	0,10	-	0,07	0,02	-0,20	0,14	0,00	-0,03	-0,00	
Ind. via HEM	0,08	-0,34	-0,30	-0,09	-	-0,29	0,20	-0,29	0,32	-0,26	-0,18	
Ind. via CEL	0,14	-0,21	-0,22	-0,02	-0,19	-	0,14	-0,20	0,18	-0,20	-0,18	
Ind. via MM	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	-	0,01	-0,00	0,00	0,00	
Ind. via CT	0,03	-0,24	-0,25	-0,15	-0,21	-0,22	0,24	-	0,15	-0,15	-0,14	
Ind. via CNF	0,09	-0,18	-0,15	0,00	-0,20	-0,16	0,06	-0,12	-	-0,18	-0,13	
Ind. via MV	-0,11	0,11	0,10	-0,02	0,10	0,12	-0,04	0,08	-0,12	-	0,13	
Ind. via MS	-0,44	0,35	0,40	-0,00	0,29	0,44	-0,23	0,30	-0,33	0,50	-	
Total (r)	-0,17	-0,76	-0,61	-0,30	-0,82	-0,57	0,49	-0,70	0,65	-0,31	-0,01	
Coef. de determinação							0,95					
Valor de K usado na análise							0,05					
Efeito da variável residual							0,21					
Determinante da matriz							5,77					

⁽¹⁾**LIP**: percentual de lipídios; **FDN**: percentual de fibras em detergente neutro; **FDA**: percentual de fibras em detergente ácido; **LIG**: percentual de lignina; **HEM**: percentual de hemicelulose; **CEL**: percentual de celulose; **MM**: percentual de material mineral; **PTN**: percentual de proteína bruta; **CT**: percentual de carboidratos totais; **CNF**: percentual de carboidratos não fibrosos; **MV**: rendimento de massa verde por hectare, em Kg ha⁻¹; **MS**: rendimento de massa seca por hectare, em Kg ha⁻¹.

Em relação aos polissacarídeos estruturais constituintes da parede celular, o percentual de lignina (LIG) revela efeito direto baixo e positivo ao caráter PTN (Tabela 7), os efeitos indiretos baixos e negativos são expressos com LIP e CT. A

correlação total revela-se ($r=-0,30$) baixa e negativa, evidenciando que os efeitos diretos observados são espúrios. O percentual de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) revelam efeitos diretos baixos e negativos ao caráter PTN. Indiretamente observa-se efeito intermediário e positivo com MS, baixo e positivo com MV. Efeitos indiretos baixos e negativos são observados aos caracteres FDN, FDA, CT e CNF.

A seleção para um genótipo com elevado rendimento forrageiro tanto de massa verde quanto massa seca no segundo manejo de corte, permitirá a obtenção de elevada proteína bruta, menores proporções de fibras, polissacarídeos estruturais como a hemicelulose e celulose, e carboidratos amiláceos no tecido vegetal. As correlações totais dos caracteres HEM e CEL evidenciam-se ($r=-0,82$) e ($r=-0,57$) alta e intermediária, sendo ambas negativas, respectivamente. Onde justifica as relações inversas dos constituintes da parede celular com as proporções protéicas do tecido vegetal.

O percentual de material mineral (MM) revela efeito direto nulo ao caráter principal (Tabela 7). Estudos de Vencovsky e Barriga (1992), evidenciam que efeitos diretos nulos fazem com que a resposta do caráter na correlação total seja atribuída aos efeitos indiretos. Os efeitos indiretos revelam-se baixos e positivos com os caracteres FDN, FDA, HEM, CEL e CT, baixos e negativos com LIG e MS.

As associações fenotípicas revelam que para o segundo corte, a constituição mineral do tecido vegetal não influencia ao caráter proteína bruta, mas o incremento de fibras, polissacarídeos estruturais, carboidratos amiláceos contribuem favoravelmente às proporções inorgânicas do tecido. A correlação total revela-se ($r=0,49$) intermediária e positiva, onde a magnitude da associação entre a constituição mineral e protéica do tecido vegetal deve-se aos efeitos indiretos dos caracteres explicativos.

Os carboidratos totais (CT) são compostos por proporções lipídicas, protéicas, minerais, fibrosas, polissacarídeos estruturais, amido e açúcares, desta maneira, observa-se efeito direto baixo e negativo ao caráter PTN (Tabela 7). Os efeitos indiretos revelam-se baixos e positivos com LIG e MS, baixos e negativos com os caracteres FDN, FDA, CEL, MM e CNF. Genótipos de trigo para duplo propósito submetido ao segundo corte a seleção indireta visando proteína bruta e rendimento forrageiro, poderá resultar na redução das proporções de carboidratos estruturais, amiláceos, e fibras.

Deste modo, obtêm-se benefícios através de um genótipo com elevada produção forrageira, qualidade bromatológica, e adequada digestibilidade, pois este apresenta baixas proporções de celulose e hemicelulose. Estudos revelam que o conhecimento das proporções protéicas e de carboidratos presentes em uma forrageira, pode favorecer a dinâmica ruminal, e incrementar a eficiência da flora microbiana, além de melhorar o aproveitamento do alimento consumido (MALAFAIA et al., 1998). A correlação total revela-se ($r=-0,70$) intermediária e negativa.

O percentual de carboidratos não fibrosos (CNF) revela efeito direto baixo e positivo ao caráter PTN (Tabela 7). Os efeitos indiretos revelam-se baixos e positivos com os caracteres FDN, HEM, CEL, e CT, baixos e negativos com LIP, MV e MS. A associação fenotípica entre caracteres no segundo corte, revela que a seleção indireta visando genótipos com elevada proporção de carboidratos não fibrosos, permite incrementar a proteína bruta, em contrapartida, esta estratégia de seleção compromete o potencial forrageiro tanto para massa verde como seca dos genótipos destinados a dupla aptidão. A correlação total revela-se ($r=0,65$) intermediária e positiva.

O rendimento de massa verde por hectare (MV) e massa seca por hectare (MS), revelam efeitos direto baixo e intermediário e ambos positivos respectivamente, ao caráter PTN (Tabela 7). Efeito indireto baixo e positivo com LIP, baixos e negativos com os caracteres FDN, FDA, HEM, CEL, CT e CNF. A partir destes resultados empregando-se o segundo corte em trigo duplo propósito, a seleção pode ser realizada visando genótipos com elevado potencial forrageiro tanto de massa verde quando seca, e indiretamente obter magnitudes superiores em proteína bruta nos tecidos, em contrapartida, menores evidências de fibras, polissacarídeos estruturais e carboidratos serão obtidos. A correlação total revela-se ($r=-0,31$) baixa e negativa para o caráter MV, e nula ($r=-0,01$) para MS. O resultado expresso para a correlação entre o caráter MS e PTN não revela ausência de associações, mas indica resposta não linear entre os caracteres (CRUZ et al., 2004).

Os genótipos de trigo com duplo propósito ao serem submetidos ao terceiro corte, revelam efeito direto baixo e negativo do percentual de lipídios (LIP) ao caráter PTN (Tabela 8). Efeitos indiretos baixos e positivos são observados com MM, CT e CNF, baixos e negativos com FDA e CEL. Ao proceder à seleção indireta pelo percentual de lipídios em trigo duplo propósito no terceiro corte, a menor evidência

desta proporção lipídica contribui satisfatoriamente ao incremento da fração protéica e amilácea, mas restringe as proporções de fibras e polissacarídeos estruturais.

Tabela 8 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos fenotípicos em onze caracteres forrageiros e bromatológicos sobre o percentual de proteína bruta (PTN), oriundos de cinco genótipos de trigo com duplo propósito, submetidos ao terceiro corte, Frederico Westphalen – RS, 2015.

Efeitos	Caracteres explicativos											
	LIP	FDN	FDA	LIG	HEM	CEL	MM	CT	CNF	MV	MS	
Direto	-0,16	-0,15	0,13	0,12	-0,19	0,37	0,22	-0,36	-0,28	0,13	0,19	
Ind. via LIP	-	-0,02	0,12	0,01	-0,05	0,15	-0,10	0,08	0,09	-0,00	0,02	
Ind. via FDN	-0,02	-	-0,08	-0,11	-0,14	0,04	0,00	-0,03	0,03	0,14	0,14	
Ind. via FDA	-0,10	0,07	-	0,07	0,04	0,08	-0,05	0,06	0,02	-0,09	-0,06	
Ind. via LIG	-0,01	0,09	0,06	-	0,08	-0,00	-0,05	0,06	0,02	-0,06	-0,05	
Ind. via HEM	-0,07	-0,19	-0,06	-0,13	-	0,09	-0,01	-0,02	0,06	0,17	0,17	
Ind. via CEL	-0,35	-0,10	0,24	-0,00	-0,18	-	-0,16	0,11	0,16	0,03	0,11	
Ind. via MM	0,13	-0,00	-0,09	-0,10	0,02	-0,09	-	-0,21	-0,21	-0,00	-0,04	
Ind. via CT	0,18	-0,08	-0,17	-0,20	-0,04	-0,10	0,35	-	-0,32	0,06	0,00	
Ind. via CNF	0,16	0,06	-0,06	-0,05	0,09	-0,12	0,27	-0,25	-	-0,08	-0,12	
Ind. via MV	0,00	-0,13	-0,09	-0,07	-0,12	0,01	-0,00	-0,02	0,03	-	0,13	
Ind. via MS	-0,03	-0,18	-0,09	-0,09	-0,18	0,05	-0,04	-0,00	0,08	0,19	-	
Total (r)	-0,27	-0,65	-0,08	-0,55	-0,71	0,52	0,41	-0,61	-0,29	0,50	0,50	
Coef. de determinação							0,96					
Valor de K usado na análise							0,05					
Efeito da variável residual							0,18					
Determinante da matriz							2,05					

⁽¹⁾**LIP**: percentual de lipídios; **FDN**: percentual de fibras em detergente neutro; **FDA**: percentual de fibras em detergente ácido; **LIG**: percentual de lignina; **HEM**: percentual de hemicelulose; **CEL**: percentual de celulose; **MM**: percentual de material mineral; **PTN**: percentual de proteína bruta; **CT**: percentual de carboidratos totais; **CNF**: percentual de carboidratos não fibrosos; **MV**: rendimento de massa verde por hectare, em Kg ha⁻¹; **MS**: rendimento de massa seca por hectare, em Kg ha⁻¹.

Estudos de López et al. (2005) revelam que lipídios são importantes aos ruminantes por serem fontes de ácidos graxos essenciais, energia e vitaminas, portanto, a fração lipídica de uma forrageira é composta por lipídios simples, fosfolipídios, galactolipídios e alguns pigmentos. A correlação total revela-se (r=-0,27) baixa e negativa, comprovando a relação inversa da fração lipídica com a protéica.

O percentual de fibras em detergente neutro (FDN) revela efeito direto baixo e negativo ao caráter PTN (Tabela 8). Os efeitos indiretos evidenciam-se baixos e

negativos com HEM, CEL, MV e MS. A correlação total revela-se ($r=-0,65$) intermediária e negativa, e justifica os efeitos inversos das fibras com a fração protéica em trigo duplo propósito. Quanto às fibras em detergente ácido (FDA) observa-se efeito direto baixo e positivo ao caráter PTN (Tabela 8). Os efeitos indiretos revelam-se baixos e positivos com os caracteres LIP e CEL, baixos e negativos com CT. A correlação total revela ($r=-0,08$) ausência de respostas entre o caráter dependente e os caracteres explicativos. A estratégia de seleção indireta através das proporções de FDN e FDA não é viável, portanto, o incremento ao caráter proteína bruta poderá ser obtido mais facilmente através da seleção de genótipos com menores magnitudes de fibra bruta.

Os caracteres constituintes da parede celular, lignina (LIG) e celulose (CEL) revelavam efeitos diretos baixos e positivos, em contrapartida, a hemicelulose (HEM) evidencia efeito direto baixo e negativo ao caráter PTN (Tabela 8). O caráter LIG revela efeitos indiretos baixos e negativos com FDN, MM e CT. Quanto a HEM observam-se efeitos indiretos baixos e negativos com FDN, MV e MS. A CEL apresenta efeito indireto baixo e positivo via LIP, baixos e negativos com CT e CNF.

A seleção baseada nos caracteres associados à constituição da parede celular, visando aumentar a proteína bruta no tecido vegetal, torna-se uma estratégia viável à seleção indireta através do caráter hemicelulose, em contrapartida, resulta no decréscimo do potencial forrageiro em trigo duplo propósito no terceiro corte. As correlações totais dos caracteres LIG, HEM e CEL revelam ($r=-0,55$), ($r=-0,71$) e ($r=0,52$) respectivamente, onde demonstram que cada polissacarídeo estrutural apresenta-se associado diferencialmente com os caracteres forrageiros e bromatológicos.

O percentual de material mineral (MM) revela efeito direto baixo e positivo ao caráter PTN (Tabela 8). Efeitos indiretos baixos e positivos são revelados com CT e CNF, baixos e negativos com LIP e CEL. Para o terceiro corte a seleção indireta pode ser procedida através do caráter material mineral, nestas condições, o incremento em minerais ao tecido vegetal influencia beneficemente a proporção de proteínas, carboidratos estruturais e amiláceos. A correlação total revela-se ($r=0,41$) intermediária e positiva, onde justifica as associações entre a fração inorgânica com a proporção protéica em trigo duplo propósito.

Os carboidratos totais (CT) e não fibrosos (CNF) revelam efeitos diretos baixos e negativos ao caráter PTN (Tabela 8). Indiretamente evidenciam efeito baixo

e positivo ao caráter CEL, baixo e negativo com MM. Para o acréscimo de proteína bruta no terceiro corte a seleção indireta baseada tanto aos carboidratos totais quanto aos não fibrosos, não apresenta resultados satisfatórios em trigo duplo propósito. As correlações totais para os caracteres CT ($r=-0,61$) e CNF ($r=-0,29$) revelam-se intermediária e baixa, sendo ambas negativas, respectivamente.

O rendimento de massa verde por hectare (MV) e massa seca por hectare (MS) revelam efeitos diretos baixos e positivos ao caráter PTN (Tabela 8). Indiretamente efeitos baixos e positivos são observados com FDN, HEM e CEL, baixos e negativos via CNF. As associações fenotípicas revelam para o terceiro corte a viabilidade de aplicar seleção indireta através do rendimento forrageiro, tanto de massa verde quanto seca, portanto, esta estratégia permite reunir em um genótipo alto potencial forrageiro, elevada fração protéica, além de explorar níveis mais avançados de corte.

Estudos definem que genótipos de trigo destinados ao duplo propósito devem possuir elevado potencial forrageiro, maiores magnitudes em proteína bruta, digestibilidade e aceitabilidade pelos animais (MARTIN et al., 2013). As correlações totais para os caracteres MV e MS apresentam-se ($r=0,50$) e ($r=0,50$) intermediárias e positivas, justificando as associações fenotípicas dos caracteres ligados ao rendimento forrageiro com o percentual de proteína bruta.

Ao relacionar a influência do manejo de corte sobre a magnitude e sentido das associações fenotípicas entre os caracteres forrageiros e bromatológicos, observam-se que todos os caracteres foram afetados quanto à magnitude dos efeitos. Quanto ao sentido das associações, os caracteres LIP, FDN, HEM e MV mantiveram o sentido de seus efeitos independente do manejo de corte empregado, em relação ao primeiro corte este afetou o sentido dos caracteres LIG, CT e MS, em contrapartida, o terceiro corte revela modificações no sentido das associações com FDA, CEL, MM e CNF.

Deste modo, a seleção indireta em trigo duplo propósito com intuito de incrementar o percentual de proteína bruta, deve ser embasada nas associações entre os caracteres de interesse forrageiro e bromatológico, levando em consideração o manejo de corte a ser empregado. As estimativas fenotípicas dos caracteres vinculados ao percentual de proteína bruta evidenciam altos coeficientes de determinação e baixos efeitos residuais, onde as associações reveladas são

confiáveis e podem ser utilizadas como ferramenta na seleção indireta para o melhoramento genético.

4.4 Conclusão

A seleção indireta visando incrementar o percentual de proteína bruta no primeiro corte pode ser baseada no percentual de carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e rendimento de massa verde por hectare.

A seleção indireta para o manejo de segundo corte é possível com percentual de carboidratos não fibrosos, rendimento de massa verde e seca por hectare.

Para o terceiro corte a seleção indireta poderá ser procedida com o percentual de celulose, material mineral, rendimento de massa verde e seca por hectare.

A seleção indireta através dos caracteres forrageiros e bromatológicos pode ser realizada com sucesso, desde que considere o efeito atribuído a cada manejo de corte.

4.5 Referências bibliográficas

BLIGH, E.G.; DYER, W. J. A. Rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Physiology and Biochemistry**, v.37, n.1, p.911-917, 1959.

BRANCO, R. H.; RODRIGUES, M. T.; SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, C. A. F.; QUEIROZ, A. C.; ARAÚJO, F. L. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriundas de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n.5, p. 1061-1071, 2011.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCERTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e Implicações da Correlação**. Pelotas. Ed. Universitária da UFPEL, 2004,142p.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276. 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S.; **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Ed 3. Viçosa, 2004. 480 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Ed. 2, Viçosa, 1997. 390 p.

FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; CARVALHO, G. G. P.; FERNANDES, C. S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n.11, p. 2111-2115, 2009.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.3, p. 399-406, 2002.

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J.; Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n.1, p. 29-32, 2001.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Dinâmicas de Trânsito e Degradação da Fibra em Detergente Neutro em Bovinos Alimentados com Forragem Tropical de Baixa Qualidade e Compostos Nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.3, p. 635-647, 2009.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J. Suplementação lipídica para vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 11, n.1-2, p. 97-106, 2005.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J. C. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n.2, p. 370-380, 1998.

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, n.1, p. 117-122, 2009.

MARTIN, T. N.; STORCK, L.; BENIN, G.; SIMIONATTO, C. C.; ORTIZ, S. Importância da relação entre caracteres em trigo duplo propósito no melhoramento da cultura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n.6, p.1932-1940. 2013.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, Secretaria de agricultura, 1961, 42p.

MOURÃO, J. L. T., PINHEIRO, V. M. Efeitos do centeio, do trigo e da suplementação com xilanases sobre o valor nutricional de dietas e o desempenho de frangos corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.12, p.2417-2424, 2009.

OLIVEIRA, M.; REIS, R. B.; LADEIRA, M. M.; PEREIRA, I. G.; FRANCO, G. L.; SATURNINO, H. M.; COELHO, S. G.; TORRES, M. A. A.; FARIA, B. N.; SOUZA, J. A. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n.3, p. 759-766, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M.; PACIULLO, D. S. C. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n.3, p. 964-974, 2001.

PARIZ, C. M.; FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E.; ANDREOTTI, M.; CHIORDEROLI, C. A.; RIBEIRO, A. P. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria* e avaliação da produtividade de massa seca, em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária sob irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n.3, p. 330-340, 2010.

PRIMAVESI, A. C. P. A.; PRIMAVESI, O.; CHINELLATO, A.; GODOY, R. Indicadores de determinação de cortes de cultivares de aveia forrageira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n.1, p. 79-89, 2001.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Castagnino Animal Feed Science and Technology**, v.1, n.1, p.100-120, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Universidade Federal de Viçosa, 2006, 100p.

VENCOVSKY R; BARRIGA P. Genética biométrica no fitomelhoramento, **Revista Brasileira de Genética**, Rio Preto, 1992, 496p.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; VERAS, A. S. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; DIAS, A. M. A. Palma forrageira *Opuntia ficus indica* Mill) em substituição a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 273-281, 2002.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.20, n.1, p.557-585, 1921.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trigo duplo propósito apresenta-se como alternativa importante ao âmbito agropecuário, pois potencializa a dinâmica energética na alimentação dos animais. Desta maneira, os avanços nas áreas de genética e melhoramento plantas e também no manejo da cultura possibilitam o desenvolvimento de genótipos que permitem a produção forrageira e de grãos.

Esta estratégia possibilita ao produtor incrementar a renda da propriedade rural, integrar atividades da lavoura-pecuária, reduzir os efeitos do vazio forrageiro, potencializar o espaço físico da propriedade, beneficiar a dinâmica ambiente-planta-animal, e incrementar economicamente a atividade agropecuária. Os benefícios de utilizar genótipos com duplo propósito são justificáveis através de seus vastos usos, onde substituem gramíneas de inverno, apresentando maior rendimento energético tanto forrageiro como de grãos, este ricos em amido são destinados a elaboração de farelos e rações.

As pesquisas desenvolveram genótipos recomendados para regiões amplas, desta maneira, existe carência de genótipos específicos para micro-regiões e diferentes níveis tecnológicos de manejo, suprimindo as demandas quantitativas e qualitativas de forragem e grãos, incrementando a oferta energética na atividade agropecuária. Portanto, um programa de melhoramento genético deve abordar estratégias eficazes para identificar indivíduos promissores, e possibilitar ganhos genéticos à cultura.

Hoje, o melhoramento genético com ênfase em genótipos para duplo propósito não revela a importância necessária aos caracteres secundários, sendo precária a identificação minuciosa das inter-relações entre caracteres forrageiros, bromatológicos e do rendimento de grãos. O conhecimento destas associações através de modelos biométricos, identificando a magnitude e o sentido das relações entre caracteres, possibilita nortear a estratégia de seleção, e minimizar gastos de tempo e recursos financeiros.

Este trabalho investiga os efeitos dos caracteres vinculados ao número e diâmetro do colmo dos afilhos, diâmetro do colmo principal e número de afilhos férteis, e inter-relaciona estes caracteres com os componentes de rendimento do trigo em diferentes manejos de corte. Buscou-se compreender as associações entre

os caracteres bromatológicos e forrageiros, e identificar a magnitude e o sentido dos efeitos sobre a proteína bruta da forragem, com isso, verificar se as associações de causa e efeito são mantidas nos diferentes manejos de corte. Com intuito de desenvolver alternativas viáveis para a seleção indireta de indivíduos promissores para os diferentes manejos de corte.

As correlações canônicas permitem inferir que o trigo duplo propósito relaciona intimamente os caracteres morfológicos com os componentes do rendimento de grãos. Sendo uma ferramenta indispensável ao melhorista, pois inter-relaciona grupos de caracteres, não fazendo inferência a apenas uma variável dependente, e possibilita compreender vários caracteres e elaborar estratégias eficientes para a seleção indireta. As respostas da seleção indireta através do manejo sem cortes e com um corte pode ser baseada pelo maior diâmetro do colmo principal, sendo este determinante aos caracteres: número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos.

A seleção indireta visando genótipos que possibilitem dois cortes pode ser estabelecida através do maior diâmetro do colmo dos afilhos, sendo este determinante a massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos. Ao objetivar genótipos para três cortes, a seleção indireta deve ser embasada ao maior número de afilhos por planta, sendo determinantes ao número de espigas por metro quadrado, número e massa de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e rendimento de grãos.

Os efeitos fenotípicos são dependentes das características atreladas ao genótipo, ambiente de cultivo e interação genótipo x ambiente. Com intuito de revelar quais caracteres estão associados ao caráter proteína bruta da forragem, efetuou-se a análise de trilha, identificando se as relações mantinham-se nos diferentes manejos de cortes. Os resultados revelam que a seleção indireta visando incrementar o percentual de proteína bruta no primeiro corte pode ser baseada nos carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, rendimento de massa verde e seca por hectare.

O aumento de proteína bruta no segundo corte pode ser revelada pela seleção indireta com o percentual de carboidratos não fibrosos, rendimento de massa verde e seca por hectare. Acréscimos ao caráter dependente podem ser

obtidos no terceiro corte, com a seleção indireta dos caracteres percentual de celulose, material mineral, e rendimento de massa verde e seca por hectare.

Os caracteres viáveis para impor a seleção indireta no melhoramento genético, devem apresentar fácil mensuração, resultados rápidos e baixos custos econômicos, desta maneira, as associações fenotípicas revelam que independente do manejo de corte, os caracteres determinantes à proteína bruta da forragem são, o rendimento de massa verde e seca por hectare, sendo estes de fácil mensuração e com potencial para a seleção indireta. Diante do grande número de caracteres mensurados benefícios são revelados ao conciliar as correlações canônicas e a análise de trilha. A inter-relação dos caracteres revelou ser possível confeccionar uma estratégia de seleção indireta e identificar indivíduos promissores tanto ao âmbito quantitativo como qualitativo de forragem e grãos.

A estratégia de seleção para obter um genótipo destinado ao manejo de apenas um corte a seleção indireta deve ser embasada em indivíduos com maior diâmetro do colmo principal, percentual de carboidratos totais e não fibrosos, rendimento de massa verde e seca por hectare. Ao visar um genótipo que atenda o manejo com dois cortes, a seleção deve ser realizada em indivíduos que expressem maior diâmetro do colmo dos afilhos, percentual de carboidratos não fibrosos, rendimento de massa verde e seca por hectare. Ao buscar genótipos com duplo propósito que suportem o manejo com três cortes, o melhorista deve nortear sua seleção para indivíduos com maior número de afilhos por planta, percentual de celulose, material mineral, rendimento de massa verde e seca por hectare.